5.06(49.3) B1
cv

FOR THE PEOPLE
FOR EDVCATION
FOR SCIENCE

LIBRARY
OF
THE AMERICAN MUSEUM
OF
NATURAL HISTORY

A.M.N.H
1922

REVUE

DES

QUESTIONS SCIENTIFIQUES

REVUE

DES

QUESTIONS SCIENTIFIQUES

5.06.493/B1

PUBLIÉE

PAR LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES.

Nulla unquam inter fidem et rationem
vera dissensio esse potest.
Const. de Fid. cath., c. IV.

DEUXIÈME SÉRIE

TOME V. — JANVIER 1894.

(DIX-HUITIÈME ANNÉE ; TOME XXXV DE LA COLLECTION.)

BRUXELLES
SOCIÉTÉ BELGE DE LIBRAIRIE
(Société anonyme)
Oscar SCHEPENS, Directeur
16, RUE TREURENBERG, 16
1894

21-85399 ser 3

LES GRANDS PROGRÈS

DE LA

CHIRURGIE CONTEMPORAINE

Quand j'étais écolier, je devais, pour me rendre chez les Frères où j'allais en classe, passer devant la demeure d'un vieux chirurgien que mes camarades et moi rencontrions souvent sur la route. Cet homme nous faisait peur. On racontait de lui des choses épouvantables : qu'il coupait des bras et des jambes, qu'il éteignait des fers rouges dans les chairs vivantes, que la vue du sang lui plaisait, qu'il restait insensible aux cris de ses victimes, etc. Quel horrible métier ! Il fallait, pour s'y complaire, n'avoir pas d'entrailles. « Non, pour rien au monde, je ne voudrais devenir chirurgien ! »

Les années passèrent. Lorsque vint le moment de choisir une carrière, j'embrassai la médecine pour plaire à mes parents. Arrivé en doctorat, des circonstances fortuites m'amenèrent à exercer les fonctions d'interne auprès d'un maître en chirurgie que tous les médecins sortis de l'*Alma Mater* ont admiré et aimé (2). Je surmontai les

(1) Conférence faite à la Société scientifique de Bruxelles, dans la session du 26 octobre 1893, à Namur.

(2) Le Bon Michaux qui, pendant plus de cinquante ans, occupa avec éclat la chaire de clinique chirurgicale de l'Université catholique de Louvain.

premiers dégoûts, je commençai à remplir mes fonctions par devoir et je finis par le faire avec plaisir. Aujourd'hui que j'ai eu l'honneur de succéder à ce maître vénéré, mon aversion pour la chirurgie s'est changée en attachement passionné. Je suis tenté de m'écrier : « Quelle belle profession, et comme je remercie la Providence de m'avoir engagé dans une carrière où il y a tant de satisfactions à recueillir et tant de bien à réaliser ! »

C'est que mieux on connaît la chirurgie et plus le caractère pénible de ses procédés s'efface pour ne laisser voir que ses immenses bienfaits. A aucune époque ces bienfaits n'ont été plus éclatants et plus universellement appréciés que de nos jours. Dire que la chirurgie a fait de grands progrès dans ces derniers temps est un propos banal que chacun répète pour l'avoir entendu ; mais peut-être sait-on moins en quoi consistent ces progrès. Aussi, lorsque je fus sollicité de prendre la parole devant vous, ma première idée fut-elle de vous entretenir des principales acquisitions de la chirurgie contemporaine. D'ailleurs, c'est presque le seul sujet dont il me soit possible de parler avec quelque compétence ; car la chirurgie est une maîtresse exigeante, et quand elle s'empare d'un homme, elle le prend tout entier. Mais voici qu'au moment de commencer, je suis effrayé de l'aridité de mon sujet, et je me rappelle mes enfantines terreurs que je crains de voir partager en ce moment par un certain nombre d'entre vous. Je vous prie donc de m'accorder toute votre indulgence.

De tous les grands progrès de la chirurgie contemporaine, le premier en date est l'introduction de l'*anesthésie*, c'est-à-dire de la suppression de la douleur pendant les opérations. C'est plus qu'un progrès, c'est l'aurore d'une ère nouvelle, la plus brillante et la plus féconde qu'ait traversée la chirurgie. On a pu dire avec raison que, depuis l'introduction de la vaccine, aucun bienfait comparable à celui-là n'avait été rendu à l'humanité par l'art de guérir.

La découverte de l'anesthésie n'est pas l'œuvre d'un seul homme : elle nous apparaît comme la réalisation d'un but longtemps poursuivi, plusieurs fois effleuré, préparé par des découvertes antérieures dont il serait injuste de méconnaître l'importance. Nous ne remonterons pas jusqu'aux breuvages somnifères que les chirurgiens du moyen âge administraient quelquefois à leurs patients et dans lesquels l'opium, la mandragore, la jusquiame et la ciguë jouaient le principal rôle : le peu d'efficacité, le caractère inconstant et dangereux de ces préparations avaient fait complètement renoncer à leur emploi. C'est seulement après que Priestley, en 1774, eut fait connaître l'oxygène, et que Lavoisier, quelques années plus tard, eut établi la théorie chimique de la respiration, que l'on songea à la possibilité de faire respirer certains gaz ou substances volatiles dans le but d'agir sur le fonctionnement de nos organes. Sous l'empire de ces deux découvertes, un médecin anglais, le Dr Beddoes, fonda en 1795, à Clifton, près de Bristol, un établissement désigné sous le nom de *Pneumatic Institution,* dans le but d'étudier les résultats thérapeutiques que l'on pouvait obtenir chez les malades par l'inhalation de certains gaz. Il s'était adjoint comme principal coopérateur Humphry Davy, alors âgé de vingt ans seulement, et spécialement chargé de l'étude et de la préparation des mélanges gazeux qui devaient servir aux expériences. Un des premiers qui fixèrent l'attention du jeune chimiste fut le protoxyde d'azote. Un jour qu'il avait absorbé trop rapidement une bouteille de vin (l'histoire ajoute que c'était dans un but expérimental) et qu'il souffrait d'un violent mal de tête, il s'était guéri en respirant le gaz nitreux ; une autre fois, il avait pu calmer la douleur aiguë que lui occasionnait une dent de sagesse en recourant au même moyen ; il avait d'ailleurs, par des expériences répétées, constaté les propriétés hilarantes et stupéfiantes de ce gaz, et il avait été jusqu'à écrire que, cette substance « supprimant

les douleurs physiques, on pourrait probablement l'employer avec avantage dans les opérations chirurgicales qui ne s'accompagnent pas d'une grande effusion de sang ». Si les chirurgiens d'alors avaient prêté à cette parole toute l'attention qu'elle méritait, l'anesthésie était trouvée. On fit, il est vrai, en Angleterre, en Suède, en Allemagne et en France, quelques expériences avec le gaz étudié par Davy, mais on s'arrêta bientôt, découragé par l'inconstance des résultats provenant de l'impureté du produit, effrayé d'autre part par quelques symptômes alarmants observés dans certains cas. Suivant l'expression de Rochard, on venait de passer à côté de l'anesthésie sans la reconnaître.

Il semblait même que la question fût insoluble. Une des illustrations de la chirurgie française, Velpeau, n'avait pas craint d'imprimer en 1839, dans un traité qui fut longtemps classique : « Éviter la douleur dans les opérations est une chimère qu'il n'est pas permis de poursuivre aujourd'hui. » Ces paroles décourageantes étaient acceptées sans réserve. Mais tandis que la science européenne se déclarait impuissante, nos confrères d'Amérique reprenaient le problème et la gloire de le résoudre leur était réservée.

C'est donc de l'autre côté de l'océan que nous allons poursuivre l'histoire de l'anesthésie. Le premier nom qui se présente à nous est celui de ce pauvre Horace Wells, dentiste à Hartford, dans le Connecticut. Il fut la première victime de cette merveilleuse découverte dont une fatalité déplorable vint lui ravir l'honneur. Son histoire est lamentable ; c'est celle de tous les inventeurs malheureux, méconnus, désespérés. En 1844, peu de temps après l'arrêt téméraire porté par Velpeau, Horace Wells songea à reprendre les expériences de Davy sur le protoxyde d'azote. Ayant à subir lui-même l'avulsion d'une dent, il se soumit à l'influence stupéfiante de ce gaz et ne ressentit aucune douleur. Il répéta l'essai sur une quin-

zaine de ses clients et obtint chez tous le même résultat satisfaisant. C'est alors que, plein de confiance dans l'expérience acquise, il demanda et obtint du Dr Warren, chirurgien de l'hôpital général du Massachusetts, l'autorisation de démontrer l'efficacité de l'agent anesthésique devant le public médical et les élèves de l'école de médecine. Un malade de l'hôpital s'offrit au dentiste ; mais soit mauvaise préparation du gaz, soit fonctionnement défectueux de l'appareil destiné à l'administrer, le patient fit entendre, au moment de l'extraction, un cri déchirant auquel répondirent, comme un écho moqueur, les éclats de rire des nombreux étudiants qui emplissaient l'amphithéâtre. Le pauvre Horace Wells fut profondément mortifié. D'un naturel sensible et impressionnable à l'excès, il ressentit de son échec un chagrin profond. Il renonça à ses essais et à l'exercice de sa profession pour se complaire dans le souvenir poignant de l'humiliation qu'il avait subie. Quelques années plus tard, lorsque le bruit que fit la découverte, réelle cette fois, de l'anesthésie chirurgicale parvint à ses oreilles, il accourut à Londres et à Paris faire valoir ses droits et réclamer sa part de mérite. Mais il fut éconduit partout, et c'est alors que, désolé de voir ses revendications méprisées, désespéré jusqu'à en perdre la raison, il rentra dans son pays et se donna la mort en s'ouvrant les veines dans un bain. Qu'a-t-il manqué à cet infortuné Wells pour attacher son nom à l'une des plus admirables découvertes de notre siècle ? Un peu de courage pour se relever de l'humiliation subie, un peu d'opiniâtreté pour reprendre et mener à bien l'expérience manquée. Vraiment, après avoir été si près du but, il méritait mieux que le dédain des savants qui l'ont si mal accueilli, et la postérité lui doit bien quelque réparation en associant son nom au nom de tous ceux qui ont le plus contribué à doter l'humanité du bienfait de l'anesthésie.

Deux ans après l'échec pitoyable d'Horace Wells, un

autre dentiste, le Dr Morton, qui avait été son élève, ne craignit pas de reprendre le redoutable problème. N'ayant, en somme, que des connaissances scientifiques médiocres, il s'adressa à un chimiste distingué de Boston pour obtenir le gaz nécessaire à ses expériences. Ici apparaît un personnage nouveau, le Dr Jackson, auquel Morton s'était adressé, et une substance nouvelle, l'éther. A vrai dire, l'éther sulfurique était connu depuis le commencement du XVIe siècle, son usage en médecine était assez répandu, on n'ignorait pas ses propriétés excitantes et stupéfiantes; il est même de notoriété qu'en Amérique et en Angleterre surtout, les élèves des cours de chimie, les étudiants en pharmacie et en médecine avaient coutume de se réunir quelquefois pour respirer ses vapeurs enivrantes; mais, chose étrange, jamais personne n'avait songé à utiliser ces remarquables propriétés pour supprimer la douleur au cours des opérations. Jackson savait tout cela, et il avait d'ailleurs expérimenté sur lui-même, quelques années auparavant, les vertus calmantes de l'éther ; aussi l'idée lui vint-elle de le recommander à Morton pour les expériences qu'il projetait. C'est à cela que se borne, il faut bien le reconnaître, la part de Jackson dans l'invention de l'anesthésie. Cette part a été considérablement exagérée, en France surtout. Il n'est que juste de la réduire à sa réelle valeur.

Morton qui, jusque-là, ignorait l'existence de l'éther, s'empare du conseil de Jackson et, en homme d'action qu'il était, poursuit son but avec opiniâtreté. Il commence par se soumettre lui-même aux vapeurs de cette substance et se fait extraire une dent sans ressentir aucune douleur. L'expérience répétée sur un certain nombre de ses patients lui donne le même résultat. Dès lors, il n'hésite plus à se présenter devant le même tribunal qui avait été si fatal à Wells. Il s'adresse au Dr Warren et obtient de soumettre à l'action des vapeurs d'éther un malade auquel ce chirurgien devait extirper, par une opération longue et délicate,

une volumineuse tumeur du cou. Le même public de médecins et d'étudiants remplit l'amphithéâtre de chirurgie au jour fixé pour l'opération, le 14 octobre 1846. Tout réussit à merveille : le chirurgien peut achever jusqu'au bout sa difficile opération sur le malade endormi, et celui-ci déclare, à son réveil, n'avoir ressenti aucune douleur. A l'émotion profonde des assistants succèdent bientôt des transports enthousiastes qui se traduisent par des applaudissements unanimes. L'anesthésie chirurgicale était enfin découverte ! On conserve comme une relique, dans la salle de clinique chirurgicale de l'université de Boston, où j'ai pu la voir, l'éponge qui servit à recevoir le précieux liquide dans cette séance mémorable.

Inutile de dire l'impression profonde que fit en Europe la nouvelle de cette découverte. Les plus grands chirurgiens de Londres et de Paris répètent l'expérience et reconnaissent la valeur du nouveau procédé. Pendant une année, les journaux de médecine ne s'occupent plus que de cette question ; c'est à qui l'étudiera le mieux et y apportera les plus heureux perfectionnements.

Flourens, en 1847, remarque, au cours de ses expériences sur les animaux, que le chloroforme, agent presque ignoré alors, bien qu'il eût été trouvé par Soubeiran en 1831, jouit de propriétés anesthésiques plus rapides et plus profondes que l'éther ; cependant, malgré la communication de Flourens à l'Académie des sciences, aucun chirurgien français ne songe à l'essayer sur l'homme.

Simpson, d'Édimbourg, connaissait-il la découverte de Flourens ? Le fait n'est pas établi. Quoi qu'il en soit, c'est à lui que revient le mérite d'avoir, le premier, employé le chloroforme chez l'homme ; donnant un exemple de prudence que les inventeurs de nouveaux remèdes feraient bien de toujours imiter, ce n'est qu'après avoir fait une cinquantaine de chloroformisations heureuses qu'il affirma, dans un remarquable mémoire présenté à la Société médico-chirurgicale d'Édimbourg, le 10 novembre 1847, la supé-

riorité du chloroforme sur l'éther. La communication de Simpson eut un retentissement énorme, presque égal à la nouvelle de la première éthérisation. A partir de ce moment, le chloroforme est devenu l'agent ordinaire de l'anesthésie chirurgicale, bien que certains opérateurs (les chirurgiens de Lyon en particulier) soient restés fidèles à l'éther, et que, de temps en temps, on recommence en sa faveur une campagne de réhabilitation toujours renouvelée et toujours infructueuse.

L'invention de l'anesthésie a eu sur le caractère et sur les destinées de la chirurgie une influence énorme. Pratiquer une opération grave, promener le fer et le feu au sein des chairs palpitantes sans éveiller la moindre douleur, quel rêve inespéré! Les malades furent les premiers à profiter de cette inestimable découverte. La situation faite jusque-là aux malheureux obligés de se livrer aux mains du chirurgien était terrible; la torture ou la mort, telle était l'épouvantable alternative, et beaucoup, est-il besoin de le dire, préféraient la mort. Ces temps sont passés, bien passés. La chirurgie a dépouillé pour toujours l'appareil de terreur qui l'environnait autrefois et qui la rendait odieuse; elle s'est faite douce, humaine, compatissante. Le chirurgien, qui n'a plus besoin d'être cruel pour remplir son devoir, a renoncé aux interpellations brusques, aux manières impérieuses, aux procédés violents, pour se montrer patient et bon comme il convient à tout homme voué au soulagement des misères d'autrui. La plupart des malades, de leur côté, acceptent aujourd'hui les opérations avec une résignation sereine. Quand je traverse les salles de l'hôpital où ils attendent avec impatience le moment qui doit les délivrer, bien qu'habitué depuis longtemps à pareil spectacle, je ne puis m'empêcher d'admirer la confiance calme et tranquille, l'espoir presque joyeux qui se lit sur leur physionomie. Ils savent bien, les infortunés, qu'aucun moyen ne sera épargné pour les empêcher de souffrir, et leurs compagnons de salle, ceux

qui ont déjà goûté les bienfaits de l'anesthésie, ne manquent jamais de les encourager par le récit de leur propre histoire, et par quelque bonne et réconfortante parole.

Si l'introduction de l'anesthésie n'avait eu d'autre effet que de supprimer la douleur au cours des opérations, il faudrait encore la saluer comme un bienfait divin : *divinum opus sedare dolorem.* Mais, en réalité, elle exerça une influence générale sur toute la chirurgie. Grâce à elle, le chirurgien moins redouté voit aujourd'hui ses conseils plus facilement accueillis ; il en résulte que beaucoup de malades acceptent sans résistance les opérations précoces, les seules qui, dans certaines affections comme le cancer, offrent des chances de guérison durable. Dans l'accomplissement de sa tâche, l'opérateur n'est plus troublé par l'agitation et les cris de l'opéré ; n'ayant plus hâte d'en finir, sa seule préoccupation est d'apporter à l'acte qu'il accomplit tous les soins, toutes les délicatesses qu'exige une exécution parfaite. Combien nous sommes éloignés des prouesses opératoires qui faisaient des grands chirurgiens d'il y a cinquante ans les émules des prestidigitateurs en renom ! Ces façons d'agir, dont nous aurions tort de médire, car elles étaient alors extrêmement appréciées des malades, n'auraient plus aujourd'hui que des inconvénients. Nous ne sommes ni moins experts, ni moins habiles que nos devanciers, mais nous le sommes d'une autre façon pour le plus grand bien de nos opérés. Enfin l'anesthésie a reculé les frontières de la chirurgie. Avant elle, il n'y avait de possibles que les opérations de courte durée. A partir du jour où le chloroforme eut supprimé la douleur et l'épuisement nerveux inséparable des longues tortures, la durée d'une opération cessa de constituer un facteur important dans la détermination des actes du chirurgien. Alors seulement sont devenues possibles une foule d'opérations minutieuses et prolongées, véritables vivisections portant sur les principaux organes

de l'économie, qu'aucun chirurgien n'aurait eu le courage d'entreprendre et qu'aucun malade n'aurait eu la force de supporter sans le secours bienfaisant du sommeil anesthésique.

Telle a été la première étape parcourue par la chirurgie moderne dans la voie du progrès. Un grand problème est résolu, celui de la suppression de la douleur; un autre ne tarde pas à se poser et va être résolu à son tour, celui de la suppression de l'hémorragie. A mesure que les chirurgiens plus hardis entreprennent des opérations plus délicates et de plus longue durée, ils comprennent mieux les inconvénients des grandes pertes de sang et ils s'efforcent, par les procédés les plus divers, d'économiser ce précieux liquide.

Ils ont si bien réussi dans cette voie qu'aujourd'hui la plupart des opérations qui se font sur les membres, les amputations, les résections articulaires, les enlèvements de tumeurs, etc., peuvent se pratiquer sans faire perdre au malade plus de quelques grammes de sang. Ce résultat s'obtient par le procédé d'hémostase préventive qu'a fait connaître, en 1873, le célèbre chirurgien allemand von Esmarch. Rien n'est simple comme cette invention. Une bande élastique appliquée depuis l'extrémité du membre, main ou pied, jusqu'à sa racine, exprime en quelque sorte le sang qui s'y trouve; un tube de caoutchouc, gros comme le doigt, que l'on serre fortement au delà du dernier tour de bande, comprime circulairement le membre à sa racine et ferme hermétiquement toutes les artères; si alors le chirurgien enlève la bande, il n'a plus devant lui qu'un membre pâle, anémié, exsangue, dans lequel il peut tailler à toutes les profondeurs et dans toutes les directions sans qu'une goutte de sang vienne masquer à ses yeux le champ opératoire. C'est là ce qu'on est convenu d'appeler l'hémostase préventive; mais, ainsi que nous venons de le dire, elle n'est applicable qu'à la

chirurgie des membres. Partout ailleurs, le chirurgien qui opère lutte continuellement contre l'hémorragie en appliquant sur chaque artère blessée, à mesure qu'un jet de sang la signale à ses yeux, des pinces spéciales dites pinces hémostatiques, dont l'invention doit être attribuée à Kœberlé, de Strasbourg (1865), bien que M. Péan, de Paris, en soit à bon droit considéré comme le principal vulgarisateur. L'opération terminée, il est nécessaire d'arrêter d'une façon définitive le cours du sang dans les vaisseaux ouverts, sous peine de voir survenir des hémorragies post-opératoires qui compromettraient le résultat.

Jusqu'au XVIIe siècle, on atteignait ce but en promenant sur les chairs saignantes le fer rouge, l'huile bouillante ou la poix fondue. Ambroise Paré rendit un immense service à la chirurgie en introduisant la pratique de la ligature des vaisseaux. Jusque il y a vingt ans, on employait dans ce but, comme au temps de Paré, des fils de soie, de lin ou de chanvre. Mais ces fils, jouant au sein des tissus le rôle de corps étrangers, étaient autant d'obstacles à la cicatrisation. C'est alors que l'on commença à les remplacer par des ligatures de cordes à boyau préparées d'une certaine façon, et qui jouissent de la propriété de se résorber rapidement au milieu des chairs en subissant un travail de désagrégation comparable à celui de la digestion. Ainsi s'est constituée, par des perfectionnements successifs, l'hémostase chirurgicale telle que nous l'entendons aujourd'hui : hémostase préventive qui permet de parfaire sans effusion de sang la plupart des opérations qui se pratiquent sur les membres, hémostase provisoire qui, par les applications des pinces de Kœberlé et de Péan, réduit au minimum la dépense de liquide sanguin au cours des opérations qui se rapportent à la tête, au cou, au tronc; hémostase définitive qui ferme d'une manière durable toutes les bouches vasculaires ouvertes pendant l'acte chirurgical, au moyen de fils résorbables permettant de réunir les plaies comme si aucun corps étranger ne s'y trouvait enfermé.

Nous voici arrivés à un moment décisif dans l'histoire de la chirurgie. Vainqueurs de la douleur et de l'hémorragie, les chirurgiens ne craignent plus de s'attaquer aux organes les plus importants du corps humain. Malheureusement un obstacle formidable se dresse devant eux et paralyse les plus louables initiatives. Sous des formes adoucies, la chirurgie reste terriblement perfide. Une mortalité effrayante règne dans les hôpitaux affectés au service des blessés. Une foule de complications redoutables, l'érésipèle, l'infection purulente, la septicémie, la pourriture d'hôpital, le tétanos, etc., guettent le malheureux opéré au sortir des mains du chirurgien. Leurs ravages sont constants, ininterrompus; mais à certains moments, sous des influences encore ignorées, ils sévissent avec une malignité comparable à celle des maladies épidémiques les plus meurtrières. Pendant ces périodes néfastes, les chirurgiens prudents font évacuer les salles et renoncent à toute opération, même minime, car, suivant le mot de Velpeau, la moindre piqûre est une porte ouverte à la mort. D'autres n'abritent leurs opérés que dans des baraquements en bois, édifiés à peu de frais au milieu des jardins de l'hôpital, afin de pouvoir les brûler lorsque les agents encore inconnus des complications infectieuses y auront élu domicile. Les plus résolus ne dissimulent pas leur découragement. Nélaton propose d'élever une statue d'or à celui qui nous délivrera de l'infection purulente. Le hasard règne en maître. On dirait qu'une puissance mystérieuse et fatale se rit de nos efforts. Le plus maladroit opérateur de village obtient des résultats incomparablement plus beaux que les plus célèbres professeurs placés à la tête des hôpitaux des grandes villes. A quoi bon d'ailleurs tous ces prodiges d'habileté qui se dépensent dans les amphithéâtres de chirurgie si, au sortir de l'opération la plus magistralement conduite et apparemment la mieux réussie, il faut entendre répéter pour la centième fois cette parole d'Am-

broise Paré, qui traduit si bien l'impuissance et l'incertitude de l'art : « *Je te pansai, Dieu te guârisse!* »

Celui qui n'a pas vécu à cette époque et qui n'a pas été témoin de la situation que je viens d'esquisser, ne saurait apprécier comme elle le mérite l'invention de l'antisepsie. Car c'est l'antisepsie qui a clos pour toujours cette période de doutes et de perplexités. Cette découverte, la plus belle à coup sûr qu'ait faite en ce siècle l'art de guérir, n'est pas seulement un progrès, c'est une révolution. Elle établit une barrière entre l'ancienne chirurgie et la chirurgie moderne. Elle a dissipé tous les fantômes qui assombrissaient d'une manière si décourageante le pronostic des opérations, et, pour tout dire en un mot, elle a doté l'art chirurgical d'une force qui auparavant lui avait toujours fait défaut, la sécurité.

En remontant dans le passé, nous pouvons considérer comme les précurseurs de cette inappréciable découverte tous ceux qui ont entrevu le rôle que jouent les êtres microscopiques dans le phénomène de la putréfaction, depuis Leuwenhoeck qui, en 1680, découvre la nature organisée de la levure de bière, jusqu'à Schwann qui démontre, en 1837, que la décomposition de la matière organique n'est pas due à l'action de l'air, mais bien à la pénétration de germes vivants dont l'air n'est que le véhicule. Malheureusement, les remarquables expériences de Schwann n'eurent pas le retentissement qu'elles méritaient. Elles demeurèrent stériles, et nous devons arriver à Pasteur pour apprendre à connaître le rôle véritablement extraordinaire que jouent les infiniment petits dans les phénomènes de la vie et de la mort. Tous ceux qui, de 1860 à 1870, s'intéressaient déjà aux questions scientifiques, se souviennent de l'immense retentissement qu'eurent ses admirables travaux sur la génération spontanée, sur la maladie des vers à soie et sur les fermentations. C'était aussi le moment où la chirurgie luttait impuissante contre la mortalité considérable que les infections noso-

comiales faisaient peser sur les opérés. Alors un homme, dont l'humanité ne saurait assez bénir le nom, le professeur Lister, d'Édimbourg, s'emparant des découvertes de Pasteur, eut l'idée d'appliquer la théorie des germes à la prophylaxie des infections chirurgicales. Il y avait, en effet, une analogie frappante entre les faits observés par l'illustre chimiste dans son laboratoire et les faits constatés chaque jour par le chirurgien au lit des malades. De même qu'un flacon de liquide organique tenu à l'abri de l'air se conserve indéfiniment, les chirurgiens voyaient les traumatismes les plus graves, les écrasements, les fractures, évoluer sans complication et sans fièvre, pourvu que la peau ne fût pas entamée. Mais qu'une piqûre insignifiante vînt établir une communication entre le foyer de la blessure et l'extérieur, et l'on voyait, avec l'accès de l'air, survenir la suppuration, la fièvre, et trop souvent aussi l'infection et la mort. C'était un premier pas; il restait à déterminer l'agent qui communiquait à l'air son influence malfaisante. Or, Pasteur avait démontré, avec une lumineuse évidence, que l'air ne doit ses propriétés fermentescibles ni à l'oxygène, ni à l'azote, ni à aucun des éléments gazeux qui peuvent s'y trouver, mais à des germes microscopiques qu'il tient en suspension et qu'il dépose sur les liquides en expérience. Lister acquit la conviction qu'il en était de même dans les accidents des plaies, et, une fois en possession de cette vérité, on peut dire que l'antisepsie était découverte dans son esprit. Il se mit à l'œuvre avec une infatigable persévérance, menant de front les expériences du laboratoire avec les travaux de la clinique ; et en 1867, c'est-à-dire cinq ans après la publication du premier mémoire de Pasteur sur la génération spontanée, il fit paraître un premier article où les principes de la méthode antiseptique se trouvaient établis de main de maître. La doctrine nouvelle eut quelque peine à faire ses premiers pas dans le monde savant. La guerre de 1870 vint pendant plu-

sieurs années paralyser l'activité scientifique du continent. En 1876, au Congrès international de médecine tenu à Bruxelles, la question du pansement antiseptique des plaies fut mise à l'ordre du jour, mais la discussion resta sans écho, parce que personne encore n'avait expérimenté la nouvelle méthode. Néanmoins les chirurgiens, frappés des résultats merveilleux que l'on commençait à signaler en Allemagne et en Angleterre, se mirent à l'œuvre. En 1878, au Congrès international d'Amsterdam, Lister fut l'objet d'ovations enthousiastes, et c'est aux applaudissements des médecins de tous les pays que Donders décerna au modeste, savant et infatigable professeur d'Édimbourg le titre de bienfaiteur de l'humanité. Quinze années se sont écoulées depuis et la valeur de sa découverte n'a fait que s'accentuer davantage.

L'invention de l'antisepsie fait le plus grand honneur à l'esprit humain. C'est un des plus beaux exemples de ce que peut la science appliquée à la prophylaxie et au traitement des maladies. Elle n'est pas, comme l'anesthésie, le résultat d'un heureux concours de circonstances dans lesquelles le hasard a joué souvent le principal rôle, mais elle nous apparaît comme la conséquence logique de travaux exclusivement scientifiques, conduits avec une persévérance et une vigueur que l'on ne saurait assez admirer. Pasteur en a préparé l'avènement par ses immortels travaux, Lister l'a créée par ses recherches ingénieuses et opiniâtres. L'humanité n'acquittera jamais la dette de reconnaissance qu'elle a contractée envers ces deux grands hommes.

Je ne puis entrer ici dans tous les détails de la méthode antiseptique. Telle qu'elle fut établie par Lister, elle consistait en un ensemble de précautions destinées à empêcher l'accès des germes de l'air sur les plaies et à détruire ceux qui pouvaient s'y être déposés, à l'aide de substances variées, parmi lesquelles l'acide phénique occupait le premier rang. Avant l'opération, tout ce qui devait venir au

contact de la plaie était soigneusement désinfecté à l'acide phénique; pendant l'acte chirurgical, le champ opératoire était entouré d'un nuage de vapeurs phéniquées destiné à tenir à distance les germes atmosphériques; quant au pansement, il consistait à recouvrir la partie malade d'un certain nombre de couches de tartalane préparées à l'acide phénique et recouvertes elles-mêmes d'un taffetas imperméable.

Ainsi conçu, le pansement de Lister constituait un immense progrès, mais il n'était pas sans présenter de nombreux inconvénients : le brouillard de vapeurs phéniquées offusquait l'opérateur, et l'emploi abusif de l'acide phénique occasionna plus d'un accident. Aussi chaque année vit-elle s'introduire d'utiles perfectionnements.

Aujourd'hui les principes de la méthode antiseptique posés par Lister sont plus solidement établis que jamais, mais la technique a changé du tout au tout. Depuis que les travaux de Koch et des bactériologistes qui l'ont suivi nous ont fait mieux connaître les micro-organismes qu'il s'agit de combattre, et auxquels Sédillot, de Strasbourg, a donné le nom de *microbes,* nous savons que l'air n'est pas aussi dangereux que le croyait Lister. Le péril est moins dans l'atmosphère, relativement pauvre en microbes, que dans le contact de la plaie avec des objets contaminés par la présence de ces organismes : les mains du chirurgien, les instruments et les fils dont il se sert, les pièces de pansement, etc. La sécurité réside donc dans la purification absolue de tout ce qui doit toucher les surfaces saignantes, et cette purification s'obtient par les lavages répétés avec des liquides spéciaux, par l'ébullition des instruments, par la stérilisation à l'étuve des pièces de pansement, etc. C'est ainsi qu'à l'*antisepsie*, telle que l'entendait Lister, les chirurgiens actuels, parmi lesquels il convient de citer le professeur von Bergmann, de Berlin, s'efforcent de substituer ce que l'on appelle aujourd'hui l'*asepsie*. Ils n'emploient plus que le moins possible et en

quelque sorte à leur corps défendant les substances germicides, comme l'acide phénique et bien d'autres, parce qu'ils ont remarqué que ces substances, tout en détruisant les micro-organismes, ne laissent pas que d'altérer plus ou moins profondément la trame des tissus vivants. Par contre, ils s'ingénient, par les procédés que j'indiquais tout à l'heure, à tenir ces plaies à l'abri de toute infection, de tout germe venu de l'extérieur. L'antisepsie était une guerre d'attaque, l'asepsie est un système de défense ; s'il m'était permis de risquer un néologisme, je dirais que la première est microbicide et la seconde microbifuge.

L'anesthésie, l'hémostase et l'antisepsie dominent donc toute l'histoire de la chirurgie moderne. Ces trois grandes découvertes ont fait tomber les chaînes qui la retenaient captive et lui ont permis de prendre l'essor magnifique dont nous avons été témoins. Des horizons inconnus se sont ouverts devant elle, et rien n'égale l'ardeur avec laquelle elle se mit à défricher les champs nouveaux livrés à son activité. Une confiance presque illimitée dans la puissance de leur art s'est emparée de l'esprit des chirurgiens : c'est à qui s'engagera le premier dans les sentiers les plus difficiles, c'est à qui en rapportera la plus abondante moisson. Voilà bientôt vingt ans que ce mouvement a commencé. Nous pouvons dès maintenant en apprécier les résultats ; ils sont tels que les esprits les plus difficiles n'auraient jamais osé en espérer d'aussi beaux. De la révolution à laquelle nous venons d'assister, l'ancienne chirurgie sort affermie, rajeunie, régénérée, et, à côté d'elle, s'est établie une chirurgie nouvelle dont la hardiesse n'a d'égal que ses nombreux services.

Ce n'est pas pendant le court espace de temps dont je dispose qu'il me serait possible d'indiquer toutes les conquêtes réalisées. D'ailleurs je fatiguerais votre attention et je risquerais de n'être pas compris, car je serais forcé d'entrer dans des explications d'un caractère par trop

spécial. Je me contenterai donc de quelques exemples ; ils suffiront, j'espère, à donner une idée du chemin parcouru.

Comme vous le savez déjà, la fracture d'un membre, lorsqu'elle se complique d'une plaie qui met en communication le foyer de la lésion avec l'air extérieur, a toujours été considérée comme un accident des plus graves. Avant l'ère moderne, elle était dans près de la moitié des cas suivie d'accidents redoutables qui commandaient l'amputation et souvent même occasionnaient la mort. Aujourd'hui une fracture avec plaie convenablement traitée est presque aussi bénigne qu'une fracture simple ; c'est à peine si elle demande pour guérir un temps un peu plus long ; j'en citerai un exemple tout récent.

Au commencement de septembre dernier, une fillette tombe d'un vélocipède mécanique sur lequel elle était montée et se trouve entraînée sur une longueur de plusieurs mètres. On la relève, les deux jambes brisées. A droite, la fracture est simple, sans plaie ; mais à gauche le membre est fracturé en deux endroits, au tiers inférieur et un peu au-dessous du genou ; les chairs sont meurtries ; trois larges plaies béantes et déchiquetées font communiquer l'air extérieur avec le double foyer de fracture, et, par l'une de ces plaies, le plus volumineux des deux os de la jambe, le tibia, sort sur une longueur de six centimètres. La situation semble si grave aux médecins appelés tout d'abord qu'aucun ne veut assumer la responsabilité du traitement et que l'on attend mon arrivée pendant plus de deux heures. J'enlève l'os à moitié sorti et je procède au pansement ; l'enfant ne souffre pas, car j'ai eu soin de l'anesthésier ; au réveil, son membre immobilisé ne lui fait sentir aucune douleur ; elle conserve pendant six semaines le même appareil, sans fièvre, n'ayant rien perdu de son excellent appétit et de son enjouement, et lorsque, après ce délai, j'enlève le premier pansement, je trouve le membre à peu près consolidé et les plaies guéries. Ceci

n'est pas un fait extraordinaire, et je n'ai nulle idée de m'en prévaloir; tous les chirurgiens en observent fréquemment d'analogues. Ce qui eût pu paraître un miracle il y a vingt-cinq ans est de pratique courante aujourd'hui.

Parmi les opérations qui s'exécutent journellement dans les hôpitaux figurent l'enlèvement des tumeurs de toute nature et les amputations. Ces opérations, les chirurgiens les ont toujours exécutées, mais avec des succès variables. Autrefois, l'ablation des tumeurs volumineuses du cou et de la poitrine entraînait une mortalité moyenne de 20 à 30 p. c., et quant aux amputations, surtout celles du membre inférieur, leur mortalité s'élevait à 40, 60, voire même dans certaines conditions défavorables jusque 80 p. c. Faut-il s'étonner après cela de l'effroi qu'inspiraient les opérations? Les chirurgiens étaient rares, et cela se conçoit; car pour aller au-devant de pareils résultats et pour en supporter sans défaillance la lourde responsabilité, il fallait des caractères d'une trempe peu commune et une notoriété solidement établie. Que les temps sont changés! Dans les hôpitaux bien tenus, les séries de vingt et trente amputations pratiquées sans un seul décès ne sont pas rares; il en est de même pour l'ablation des grosses tumeurs ; et si, de loin en loin, quelque insuccès vient rappeler au chirurgien que l'ennemi terrassé est toujours prêt à relever la tête, la mort n'est plus comme autrefois la conséquence directe de l'opération, mais le résultat fatal de lésions préexistantes ou de l'état précaire du malade au moment de l'intervention.

N'avais-je pas raison de dire que la chirurgie telle qu'on la pratiquait autrefois s'est affermie? J'ajoute qu'elle s'est agrandie par de nombreuses et précieuses acquisitions. Beaucoup d'opérations que l'on appelait naguère des opérations de complaisance, parce qu'elles n'avaient d'autre but que de plaire aux malades en les débarrassant d'une difformité choquante ou d'une infirmité compatible avec l'existence, opérations que les chirurgiens les plus sages

considéraient comme illégitimes en raison même des dangers qu'elles faisaient courir, sont entrées franchement dans la pratique, aujourd'hui que leur innocuité est parfaitement établie. De ce nombre sont les sections osseuses en vue de redresser les membres difformes, l'ouverture des articulations pour en retirer certains corps étrangers, la cure opératoire des hernies, etc.

Je devrais citer encore bien d'autres exemples, comme le traitement des abcès froids, les résections articulaires, le broiement et l'extraction des corps étrangers de la vessie, l'extirpation du larynx, l'enlèvement du corps thyroïde ; mais j'ai hâte d'en venir à ce qui constitue le plus beau triomphe de l'art opératoire, la chirurgie viscérale.

Il existe un certain nombre d'organes importants cachés dans les profondeurs de l'économie et dont les désordres morbides semblaient autrefois du ressort exclusif de la médecine pure : j'ai nommé le foie, la rate, l'utérus et les ovaires, l'estomac et l'intestin, les reins, voire même le cerveau, les poumons et le cœur. Ces *noli me tangere* de l'ancienne chirurgie, les chirurgiens modernes ont osé porter sur eux une main que l'on pourrait appeler téméraire, si des succès éclatants, inespérés, n'étaient là pour légitimer leur périlleuse hardiesse. L'ovariotomie, stigmatisée naguère à l'Académie de médecine de Paris et qualifiée de criminelle par l'une des illustrations de la chirurgie française, est acceptée partout et partout pratiquée avec les meilleurs résultats. L'enlèvement de l'utérus et de ses annexes, l'extirpation d'un rein, l'ouverture de la vésicule biliaire, son excision même, sont des opérations incontestablement délicates, mais dont on ne peut mettre en doute, dans des circonstances données, ni la légitimité, ni les immenses bienfaits. Les chirurgiens n'ont-ils pas poussé l'audace jusqu'à enlever par tranches des parties dégénérées du cerveau, jusqu'à soulever cet organe pour aller à la base du crâne sectionner certaines

racines nerveuses dont la lésion entretenait d'intolérables douleurs, jusqu'à retirer des corps étrangers implantés dans le cœur, jusqu'à exciser des cavernes tuberculeuses du poumon, jusqu'à extirper des cancers de l'estomac et de l'intestin? Je m'arrête, car je touche aux confins du domaine nouvellement conquis, et les obstacles qui se multiplient sur la route ne nous permettent guère de pousser plus avant. Ces grandes audaces, je m'empresse de l'ajouter, ne sont l'apanage que de quelques opérateurs d'élite, et elles resteront sans doute longtemps encore à l'état d'exception. Il me suffira de vous les avoir signalées pour vous donner une idée du caractère entreprenant et superbe de la chirurgie moderne.

Si le rôle de prophète n'était si dangereux, nous serions bien tenté de répéter ce que Boyer, le plus savant chirurgien de son temps, écrivait en 1822 en commençant son grand ouvrage : « La chirurgie a fait de nos jours les plus importants progrès et semble avoir atteint, ou peu s'en faut, le plus haut degré de perfection dont elle paraisse susceptible. » Mais nous avons foi dans l'avenir, et du point culminant où nous sommes arrivés, nous entrevoyons la possibilité de nouvelles conquêtes. Que de fois, après avoir délivré quelque infortuné d'un mal qui empoisonnait ou menaçait son existence, ne voyons-nous pas l'ennemi vaincu en apparence reparaître sur un autre point de l'organisme et rendre vain notre premier succès! C'est surtout quand il s'agit de lésions tuberculeuses ou cancéreuses que ces déceptions nous attendent. Nous avons beau poursuivre la maladie sans relâche et ne nous arrêter que devant l'impossible : la lutte, il faut bien l'avouer, est souvent inégale et le triomphe final n'appartient pas toujours au chirurgien. Car si notre art est bien près de la perfection, la science chirurgicale, celle qui pénètre la cause intime des maladies et découvre les moyens de rendre l'organisme rebelle à leurs atteintes, cette science est loin d'avoir dit son dernier mot. C'est

donc à la science que nous confessons nos impuissances, et c'est d'elle que nous attendons de nouvelles ressources. Nous lui devons l'anesthésie et l'antisepsie. Qu'elle nous procure des armes efficaces contre la tuberculose et le cancer, et la chirurgie se sent apte à de nouveaux triomphes. Ce sera là, nous le souhaitons vivement, l'œuvre du XXe siècle. Le XIXe a cueilli sa part de lauriers. Néanmoins jamais le nombre des travailleurs n'a été aussi considérable, jamais l'activité n'a été aussi fiévreuse, dans le vaste domaine des sciences biologiques et médicales. Cette situation, qui fait la gloire de notre époque, autorise toutes les espérances.

DEBAISIEUX.

L'INLANDSIS DU GROENLAND[1]

FORME ET DIMENSIONS

I

L'extension de l'Inlandsis, du grand champ de glaces intérieures, sur la presque totalité de la surface du Groenland, ne peut plus faire l'objet d'un doute sérieux, depuis les dernières explorations de M. Nansen en 1888, du lieutenant Peary et du capitaine Ryder en 1892.

Le voyage de M. Nansen a établi d'une manière positive ce que les tentatives de ses devanciers permettaient déjà de soupçonner, la continuité de la carapace glaciaire à travers toute l'étendue du pays, de la côte orientale à la côte occidentale. Non seulement il n'existe aucune terre libre dans l'intérieur du continent, mais c'est là que l'Inlandsis atteint son altitude la plus élevée et qu'il présente suivant toute vraisemblance sa plus grande épaisseur. En effet, le profil en hauteur de l'itinéraire de l'intrépide voyageur, dressé au moyen de ses observations journalières sur l'altitude de ses lieux de campement, décrit une courbe, quelque peu irrégulière, mais qui se rapproche d'une façon frappante d'un arc de cercle.

(1) Voir cette Revue, janvier 1893, pp. 26 et suiv., *Les Voyages d'exploration sur l'Inlandsis du Groenland,* par M. J. de la Vallée Poussin.

Tous les explorateurs qui, avant lui, s'étaient aventurés sur le champ de glace, Whimper, Jensen, Nordenskiold, Peary dans son premier voyage, ont constaté que sa surface s'élevait constamment à mesure qu'ils s'écartaient de ses lisières, mais par une pente de plus en plus douce.

Partout où ses escarpements terminaux sont aperçus sous une même latitude tout à la fois vers la côte orientale et vers la côte occidentale, on est donc fondé a admettre qu'entre ces deux points il présente une masse continue. Or, sa présence à des distances plus ou moins grandes de la mer, mais nulle part bien considérables, a été constatée sur tous les rivages explorés du pays.

Les derniers voyages nous ont fait connaître qu'à cet égard les côtes septentrionales et désertes n'offrent pas un caractère différent des côtes habitées. Seulement, tandis qu'au midi c'est la rive orientale qui est la plus étroitement assiégée par l'Inlandsis, et la rive occidentale qui possède la plus large frange de terres libres, c'est l'inverse dans le nord. Vers le détroit de Smith et le canal de Kennedy, les grèves elles-mêmes disparaissent en maints endroits sous les amas de glace qui s'écoulent lentement dans la mer, et la frange libre y est aussi resserrée et fréquemment interrompue qu'à la Terre du Roi Frédéric VII. Il en est tout autrement, au delà du 70e parallèle, du littoral de l'est, visité par l'expédition allemande de la *Germania* en 1870 et où, plus récemment, le capitaine Ryder a hiverné et fait de nouvelles découvertes. Là s'étend une région vaste, dépouillée de neige et de glace pendant l'été, couverte de montagnes imposantes et creusée de fjords parfois très profonds, dont quelques-uns s'avancent jusqu'à cent kilomètres dans l'intérieur du continent sans rencontrer l'Inlandsis. Mais cette barrière de montagnes franchie, ses nappes blanches reparaissent aussitôt.

Existe-t-il enfin à l'extrême nord du Groenland, dans sa partie la plus inaccessible et jusqu'à ces derniers jours

demeurée inconnue, une terre libre plus étendue que les autres? Depuis le dernier voyage du lieutenant Peary, cette supposition paraît bien peu probable. Celui-ci, qui s'était avancé par le détroit de Smith jusqu'à la baie *Mac Cormick* et y avait hiverné en 1891, a poursuivi sa marche l'année suivante en traîneau, traversé le *glacier de Humboldt,* puis celui qui se jette dans le *fjord Petermann,* et, suivant toujours les lisières de l'Inlandsis, constaté qu'elles ne dépassaient pas vers le nord le 82e parallèle. Sous cette latitude, il a pu marcher droit à l'est, puis au sud-est, sur un sol dégagé de glace et couvert d'une végétation relativement riche. Il avait donc l'Inlandsis à sa droite, étalant à perte de vue vers le sud ses immenses plaines blanches, et à sa gauche une terre verte, dont il ne pouvait embrasser toute l'étendue, mais qui ne peut être bien vaste, car dès le 34° de longitude, par 81° 37′ de latitude, l'intrépide voyageur découvrait un bras avancé de l'Atlantique, un fjord profond qu'il nomma *Independance Bay.* Il revint de là directement à son point de départ, la baie Mac Cormick, en traversant le champ de glace, qui forme dans cette région un plateau convexe de 2400 mètres d'altitude moyenne.

Sous le 82e parallèle, où viennent expirer les dernières pentes de l'Inlandsis vers le nord, le continent Groenlandais n'a guère plus par conséquent de 300 kilomètres de largeur, moins du tiers de sa dimension sous le 75e parallèle. Il est donc très probable que les deux rivages de l'est et de l'ouest se rejoignent à peu de distance au nord de l'itinéraire parcouru par le lieutenant Peary; que la terre verte qu'il a traversée n'est pas plus considérable, si même elle l'est autant, que celle où se sont fondés les établissements danois, et ne constitue, comme celle-ci, qu'une marge étroite autour du champ de glace. Celui-ci couvre le continent tout entier, sauf quelques lambeaux de terrain en dehors de son pourtour, qui lui font comme une ceinture protectrice contre la mer.

II

Ses contours fixés dans leurs traits essentiels, ses dimensions estimées par approximation, il nous reste à connaître son épaisseur, la distribution de son écoulement, le relief de sa surface. M. Nansen a consacré à ce dernier objet une partie d'un mémoire publié dans le n° 105 des Suppléments des *Petermanns Mitteilungen*, où il a consigné les résultats scientifiques des observations faites au cours de son voyage.

L'Inlandsis peut se définir : Une masse plastique reposant sur une surface solide. La masse plastique, c'est l'amas gigantesque de glaces ensevelissant sous son morne linceul vallées et coteaux, plaines et montagnes ; la surface solide, c'est le continent groenlandais lui-même.

Une masse homogène de matières visqueuses, étalée depuis un temps indéfini sur une surface horizontale, prend, en vertu des lois mécaniques, la forme d'une voussure d'une régularité rigoureuse et d'autant plus surbaissée que la plasticité de la masse est plus grande. Le profil de sa coupe verticale dessine une courbe ellipsoïdale.

Il en est encore de même quand, ainsi que les choses se passent pour l'Inlandsis, cette masse est alimentée par un afflux constant, répandu sur toute sa surface, et perd par fusion ou séparation à son pourtour extérieur une quantité de matière exactement correspondante à la somme de son alimentation.

Effectivement, l'Inlandsis a pris la forme d'une voûte très aplatie. Mais cette voûte est loin d'être régulière. Le champ de glace se relève, il est vrai, de tous les points de sa périphérie vers le centre, seulement ce relèvement ne dessine pas partout des courbes de même rayon, et ce n'est pas au centre qu'il atteint son élévation maximum. Le point culminant de l'itinéraire de M. Nansen est dis-

tant de 270 kilomètres du *fjord d'Ameralik*, borne de l'Inlandsis à l'occident, et de 180 kilomètres seulement du *nunatak de Nordenskiöld*, sa limite à l'orient.

Diverses causes, en effet, influent sur la forme de la carapace glaciaire et contribuent, chacune pour leur part, à en déranger la symétrie. Les principales sont l'irrégularité des contours du continent, les accidents du terrain sous-jacent, la répartition inégale et changeante des précipitations atmosphériques et des pertes par fusion ou séparation.

L'action des accidents du terrain sous-jacent s'exerce avec d'autant moins d'énergie que la masse plastique qui les recouvre est plus épaisse, et il est manifeste qu'au Groenland cette action n'a qu'une importance minime. Tandis que le glacier classique de montagnes, celui des Alpes ou de l'Himalaya, se modèle sur les formes des croupes où il pose, obéit à leurs caprices et suit docilement la pente et les sinuosités du val qui l'enferme, les mouvements et l'allure de l'Inlandsis sont indépendants de l'orographie du continent. Elle se partage en deux bassins d'écoulement qui versent leurs glaces, l'un dans la mer de Baffin, l'autre dans l'Océan Atlantique et, si l'arête faîtière qui les sépare coïncide en quelque endroit avec la ligne de partage des bassins terrestres, c'est l'effet d'une rencontre toute fortuite.

Cependant, quoique ensevelie sous une épaisseur de glace très considérable, une chaîne de montagnes peut exercer une action, non plus prépondérante sur la forme du glacier et la direction de ses mouvements, mais sensible encore, en arrêtant dans leur marche vers les bords les couches inférieures, et provoquer ainsi au-dessus de ses cimes une accumulation dont la présence se révélera par un bombement à la surface.

La position anormale de la ligne de faîte de l'Inlandsis, située quatre-vingt-dix kilomètres plus près du bord est que du bord ouest, doit-elle être attribuée à une influence

pareille? Faut-il y voir, au contraire, l'effet de l'inégale abondance des chutes de neige sur les deux versants? M. Nansen pose la question sans se prononcer catégoriquement. La résoudre avec une certitude entière est impossible à l'aide des seules données que nous possédions aujourd'hui. Il faudrait pour cela sonder la prodigieuse carapace dans ses dernières profondeurs et reconnaître le relief du sol qu'elle emprisonne. Nonobstant ces obscurités impénétrables, nos connaissances actuelles permettent de donner au problème soulevé une solution au moins probable.

L'influence des montagnes ne se révèle clairement que dans le voisinage des côtes, où la surface de l'Inlandsis est très montueuse, accidentée d'une multitude de dépressions et de renflements capricieusement disposés, et çà et là percée de *nunataks* (1). Ces ondulations doivent leur origine aux inégalités du terrain sous-jacent. Observez une rivière coulant dans un lit encombré de cailloux et de quartiers de roche : vous verrez se former des vagues plus ou moins hautes à la surface du courant au-dessus de ces obstacles, et parmi ceux-ci, les plus volumineux et les plus effilés, trouant toute l'épaisseur de la nappe liquide, affleurer par-dessus. Il n'en va pas d'autre façon pour une masse plastique en mouvement telle que l'Inlandsis. Les accidents du sol qui la portent se répercutent à sa surface, et les cimes les plus élevées et les plus abruptes, traversant la carapace, viennent au-dessus de ses plaines blanches dresser leurs croupes noirâtres.

Ces pointements rocheux ou nunataks ne se rencontrent pas en debors d'un certain rayon autour des lisières, et personne jusqu'ici n'en a signalé dans l'intérieur. Le dernier aperçu par M. Nansen dans l'est se trouve à quatre-vingt kilomètres de l'océan. Il en existe d'autres à l'ouest tout aussi éloignés de la mer de Baffin. Des renflements

(1) Les habitants du Groenland appellent de ce nom les montagnes découvertes qui surgissent isolées du milieu des glaces, comme une île de l'océan.

analogues à ceux qui accidentent les bords s'observent dans la partie centrale de l'Inlandsis, mais moins nombreux, plus aplatis, plus allongés, moins distincts. On ne peut guère se montrer affirmatif au sujet de leur origine, et d'ailleurs M. Nansen ne dit nulle part qu'ils sont plus nombreux ou plus proéminents sur un des deux versants que sur l'autre.

Les crevasses enfin, produites par les inégalités du lit sur lequel chemine un glacier, n'existent pas plus que les nunataks sur le plateau intérieur, et la zone externe où elles se rencontrent est moins large à l'est qu'à l'ouest. L'expédition de 1888 cessa d'en voir au delà d'une quinzaine de kilomètres de la côte orientale, tandis que vers l'ouest elle aperçut les premières à quarante-cinq kilomètres de la lisière.

A côté des ondulations dont nous venons de parler, il en est d'autres, plus petites, d'une nature toute différente et répandues partout à la surface de l'Inlandsis. Ce sont des mamelons bas et allongés ; leurs arêtes sont alignées invariablement du nord au sud, et dans l'intérieur, où elles deviennent plus rares, s'étendent en ligne droite à perte de vue. Ils n'ont aucune connexion avec les mouvements du sol et doivent leur existence, soit au vent qui souffle fréquemment et avec violence de l'intérieur vers les côtes, soit, et cette opinion semble la mieux fondée, au mouvement propre de l'Inlandsis lui-même. A la surface d'un amas de matières visqueuses en mouvement il se forme toujours des ondulations caractéristiques, disposées concentriquement autour du point initial du déplacement. Or, sur l'Inlandsis, elles sont perpendiculaires à la direction du déplacement des glaces et d'autant moins nombreuses qu'on se rapproche davantage du centre, c'est-à-dire de la région où ce déplacement est le plus lent. Les éclaireurs lapons, dépêchés en avant par Nordenskiold, ont fait la remarque que les ondulations du champ de glace marquaient les étages par lesquels s'opère son relè-

vement progressif. A une plaine presque horizontale succède un léger renflement auquel fait suite une nouvelle plaine dominant la précédente. Ce serait un argument de plus, mais Nansen ne rencontre nulle part cette affirmation pour la confirmer ou la contredire.

Aucun fait décisif bien établi ne vient donc ni démentir, ni corroborer la première des deux hypothèses proposées pour expliquer la position excentrique de l'axe de la masse glaciaire. Nous allons voir qu'il en est différemment de la seconde, l'inégale répartition des précipitations atmosphériques entre les deux versants.

III

Il saute aux yeux que cette répartition exerce une action directe et très efficace sur la forme de l'enveloppe glacée, et que celle-ci acquerra son épaisseur maximale là où l'écart sera le plus grand entre l'alimentation par les chutes de neige et l'ablation par fusion ou séparation.

La hauteur de la tranche d'humidité reçue annuellement par les diverses parties du Groenland est encore ignorée. Une seule chose est certaine, c'est, dans la moitié méridionale de ce continent, la rigueur plus grande du climat à la côte est qu'à la côte ouest. Le contraste entre elles est frappant. La marge de terres libres est beaucoup plus étendue le long de cette dernière, elle y atteint en quelques endroits cent cinquante kilomètres de largeur; et tandis qu'on y voit maints golfes pénétrer jusqu'à des distances considérables dans l'intérieur sans être obstrués par l'Inlandsis, celle-ci repousse de ses bras fantastiques les eaux des fjords détachés de l'océan et s'avance presque partout jusqu'aux rivages qui regardent le large. On peut se demander si l'inclémence du climat de la côte orientale n'est pas un effet du voisinage plus prochain de l'Inlandsis en même temps qu'une cause de celui-ci. La

quantité de neige qui tombe chaque année sur le versant est n'a jamais été fixée au moyen d'observations suivies, mais il existe de très sérieux motifs de croire qu'elle l'emporte sur celle que reçoit l'autre versant.

En effet, tandis que les nuées venues de l'océan abordent directement l'Inlandsis sans avoir rien perdu de leur humidité, celles qui arrivent de la mer de Baffin ne l'atteignent qu'après avoir traversé la chaîne de montagnes côtières, située en dehors de la limite des glaces, où elles se déchargent en majeure partie. Les vents d'ouest doivent donc être beaucoup plus secs que les vents d'est sur le plateau intérieur, d'autant que l'évaporation est plus importante sur l'océan qu'entre le Groenland et l'Amérique. La température des eaux s'y élève sous l'influence du *Gulfstream* et malgré la présence de la banquise bordière. Celle-ci d'ailleurs n'acquiert jamais une bien grande largeur vers le nord de la péninsule, et son action réfrigérante, le fait a été constaté souvent, est très limitée. En dehors de cette ceinture assez étroite, les eaux océaniques sont sensiblement plus chaudes que celles de la mer de Baffin, et partant l'évaporation doit y être plus active. En même temps la banquise provoque la condensation rapide des nuages qui passent au-dessus d'elle immédiatement avant d'atteindre le champ de glace.

Les choses, semble-t-il, ne se passent pas de la même façon dans la moitié septentrionale du pays. Au delà du 70° parallèle, l'Inlandsis abandonne les rivages de la côte orientale et recule beaucoup vers l'intérieur. L'expédition allemande de 1870, celle toute récente du capitaine Ryder, ont reconnu dans ces parages la présence de montagnes élevées découvertes de neiges, de fjords profonds qui s'avancent librement jusque bien avant dans les terres et dont les rives sont peuplées d'animaux arctiques, lièvres, rennes, même des bœufs musqués. Des mousses s'y montrent par places au flanc des montagnes; des pelouses bien fournies, accompagnant le cours des ruisseaux, tapissent le

fond des vallées. Le capitaine Ryder, hivernant dans cette Arcadie boréale, y a fait la découverte d'une forêt en miniature, composée de saules nains poussant sur un tapis de mousses, aux troncs noueux et contournés, espacés de plus d'un mètre, et dressant à six ou huit centimètres de terre leur petit bouquet de feuilles vert pâle.

Sous la même latitude, tout autre est le spectacle offert par la côte occidentale. La carapace glaciaire y commence presque partout avec le continent, la marge de terre libre s'y réduit à presque rien et le climat y est rigoureux à ce point que la fonte des neiges en été est presque nulle. Dans ces parages, l'Inlandsis déverse de toute part ses courants glacés dans la mer, et l'on y rencontre des glaciers, tels que celui de *Humboldt*, présentant un front continu de cinquante kilomètres.

Il est donc probable que, dans cette partie du Groenland, les précipitations atmosphériques sont autrement distribuées qu'au midi ; elles sont plus abondantes sur le versant occidental, et c'est de ce côté que se trouve l'axe du champ de glace.

IV

En résumé, le profil de celui-ci est la résultante d'actions complexes exercées par le degré de plasticité des matières composantes, le relief continental, les agents atmosphériques, la température, en un mot le climat. L'importance respective de ces divers éléments n'étant connue avec exactitude pour aucun d'entre eux, il est impossible d'en déduire directement par le calcul la forme qu'ils ont imprimée à la carapace glaciaire. Cette forme ne peut encore être déterminée que par approximation, au moyen des observations faites par les explorateurs sur l'aspect, les altitudes et le degré d'inclinaison des quelques parties de l'Inlandsis qu'ils ont parcourues.

C'est le travail auquel s'est livré un ami de Nansen, le

Dr A. Hansen. Il a dessiné le profil d'une coupe transversale de l'Inlandsis passant par le point central de l'itinéraire suivi par son ami. Cet itinéraire s'écarte naturellement plusieurs fois, tantôt au nord et tantôt au midi, de la ligne inflexiblement droite tracée par cette coupe. Or, comme la surface du plateau glacé se relève vers le nord, les cotes de niveau calculées par les explorateurs au cours de leur voyage ne pouvaient être utilisées telles quelles pour fixer les contours du profil. M. Hansen les a donc augmentées ou réduites suivant qu'elles étaient situées à gauche ou à droite de celui-ci, basant cette opération sur l'hypothèse que le relèvement du champ de glace vers le nord est de 7^m, 50 par kilomètre. Le profil qu'il a obtenu par ces procédés ne dessine pas une courbe parfaitement régulière, mais elle se rapproche d'une façon frappante d'un arc de cercle dont le rayon aurait 10 382 kilomètres. C'est vers les bords, où l'inclinaison des pentes s'accentue brusquement, que la courbe du profil s'écarte davantage de celle d'un pareil arc de cercle. La corde de celui-ci, dont le point culminant, avons-nous dit, s'élève à 2718 mètres de hauteur, aurait 468 kilomètres de développement; or, d'Umivik au fjord d'Améralik, la largeur du pays atteint 445 kilomètres seulement.

Le même travail a été fait pour les voyages des prédécesseurs de M. Nansen. Aucun de ceux-ci, on s'en souvient, n'a réussi à traverser le continent dans toute sa largeur; ils n'ont fait que pénétrer à une certaine distance sur son revers occidental. Les calculs auxquels leurs itinéraires ont été soumis n'ont pu donner nécessairement que des résultats beaucoup plus hypothétiques. Les voici.

Dans la zone comprise entre 62°40′ et 62°50′ de latitude, parcourue par l'expédition danoise sous les ordres du capitaine Jensen, le profil du champ de glace se rapproche de la courbe d'un arc de cercle qui aurait 8954 kilomètres de rayon. Il s'en écarte sensiblement en deux points, près du bord, où son inclinaison est trop forte,

et aussi à l'autre extrémité, où elle devient trop faible. Cette irrégularité trouve son explication toute naturelle dans la présence de l'archipel des six gros nunataks dont l'exploration était le but du voyage de Jensen. Entravant dans leur marche vers l'ouest les glaces, qui s'accumulent contre leurs flancs d'amont, ils provoquent un abaissement anormal de la surface de l'Inlandsis au couchant, mais en même temps un exhaussement brusque au levant, de telle façon qu'il s'établit de part et d'autre une compensation et que la régularité de la courbe n'en est que passagèrement dérangée. Prolongée par hypothèse jusqu'au milieu du continent, elle donnerait 2080 mètres d'altitude au point central de l'Inlandsis dans cette zone méridionale.

Le profil de l'itinéraire de Nordenskiold en 1883, sous le 68°25′ parallèle, décrit un arc de cercle notablement plus surbaissé que les deux précédents. Son rayon, égal à 23 356 kilomètres, ne donnerait que 2360 mètres d'altitude au point culminant, 358 de moins que celui du premier profil, sous le 64°15′ parallèle, et cela nonobstant la largeur plus grande du pays. Elle est de 680 kilomètres environ au lieu de 445.

On se souvient que lorsqu'il s'était vu contraint de s'arrêter, Nordenskiold, avant de revenir en arrière, avait envoyé ses deux éclaireurs lapons, montés sur leurs patins à neige, faire une longue reconnaissance vers l'est. A leur retour, ceux-ci assurèrent s'être avancés à 220 kilomètres de distance jusqu'en un point situé à 1952 mètres de hauteur. La régularité quasi-géométrique de la voussure de l'Inlandsis rendait facile de vérifier l'exactitude de ces assertions. Le profil de leur itinéraire, dressé au moyen de leurs observations barométriques sur les cotes de niveau du pays traversé, concordait-il avec celui de l'itinéraire de Nordenskiold de manière à en prolonger régulièrement la courbe ? En aucune façon. Les deux profils ajustés bout à bout forment une ligne brisée au point de jonction. Celui des éclaireurs lapons se tient

trop bas et dessine une courbe énormément plus tendue que l'autre. Son rayon aurait des millions de kilomètres.

Voici l'explication très vraisemblable de ce fait singulier. Les Lapons ont lu sans erreur les indications de leur baromètre sur l'altitude du terrain, mais ils se sont trompés dans l'estimation des distances parcourues. Tous les explorateurs de l'Inlandsis ont signalé combien facilement on s'exagérait celles-ci, et dans des proportions fantastiques, parfois de plus du triple.

Si le point extrême atteint par les Lapons a réellement 1952 mètres de hauteur, il doit se trouver à 65 kilomètres du point terminus du voyage de Nordenskiold, et non à 220.

Le profil de l'itinéraire du lieutenant Peary en 1886, un peu au nord du précédent, par 69°30′, dessine une courbe analogue, sauf qu'elle est plus arquée et que les pentes sur les quarante premiers kilomètres sont beaucoup plus raides et s'écartent davantage d'un arc de cercle.

V

Dans son mémoire écrit en 1892, Nansen dégageait de la comparaison de ces divers éléments les conclusions suivantes : La ligne de faîte de l'Inlandsis, ou son axe longitudinal, dessine une courbe comme son axe transversal, mais plus irrégulière; son altitude est moindre dans le nord du Groenland qu'au midi; enfin son point culminant doit se trouver entre l'endroit où lui, Nansen, l'a franchie, et celui où l'eût atteinte Nordenskiold s'il avait poursuivi jusque-là son voyage. Voici en quels termes il résume l'ensemble de nos connaissances sur la forme extérieure de la carapace glaciaire : « L'Inlandsis se voûte avec une régularité remarquable d'une côte à l'autre, comme on doit l'attendre d'une masse plastique aussi gigantesque. La surface glacée peut être comparée à un

bouclier pointu vers le sud, dont le profil longitudinal aussi bien que le profil transversal est courbe. La courbure transversale correspond à un arc de cercle dont le rayon, du sud au nord, grandit rapidement. La surface du bouclier est arquée plus fortement au sud, tandis qu'au nord elle s'aplatit beaucoup » (1).

La première de ces conclusions est devenue très contestable depuis le dernier voyage de Peary en 1892. Peu de détails encore en ont été publiés ; nous savons seulement que, dans la région tout à fait septentrionale où le navigateur américain l'a traversée, vers le 80e degré de latitude, l'Inlandsis forme un plateau de 2400 mètres d'altitude moyenne, autant que sous le 68e. Entre ces deux points son profil longitudinal deviendrait donc tout à fait horizontal, ou même dessinerait une série d'ondulations, sans cependant retrouver les 2700 mètres d'élévation que Nansen lui a reconnus dans sa partie méridionale.

Cet aplatissement à l'endroit où le continent présente sa plus grande largeur, où l'Inlandsis a le plus de place pour s'étaler, ne peut guère s'expliquer que par une abondance moindre des précipitations atmosphériques. En effet, l'étendue supérieure du bassin de réception, la rigueur excessive du climat et, partant, la faiblesse de l'ablation sont autant de circonstances qui doivent accroître l'épaisseur de la carapace glaciaire. Puisque c'est le phénomène inverse que l'on constate, il faut admettre que le sol qui la supporte est moins élevé, ou bien qu'elle est plus maigrement alimentée. Il y a lieu de faire observer à l'appui de cette seconde manière de voir que les mers voisines, plus septentrionales, sont beaucoup plus froides. L'évaporation y est peu active et les vents qui en viennent sont médiocrement chargés d'humidité.

J. de la Vallée Poussin.

(1) Petermans Mitteilungen, Ergänzungsheft, n° 105, pp. 76-77.

LE COURANT ÉLECTRIQUE

L'histoire — ou la fable — raconte que Thalès, l'un des sept sages de la Grèce, né à Milet en 640, et qui mourut de vieillesse en 548, observa le premier, pendant qu'il assistait aux jeux olympiques, l'attraction que l'ambre frotté exerce sur les corps légers. On ne peut tirer de cette anecdote qu'une conclusion certaine, c'est que la connaissance de ce phénomène, de si mince intérêt mais qui devait être de si grande conséquence, remonte à une haute antiquité. Longtemps elle resta isolée.

Ses premiers développements sont dûs à William Gilbert (1540-1603), qui entreprit de soumettre au frottement toutes les substances qui lui tombaient sous la main. Beaucoup d'entre elles se comportèrent comme l'ambre vis-à-vis des corps légers. Gilbert en dressa une liste déjà longue, et consigna les faits qu'il avait observés dans un chapitre de son livre *De Magnete, magneticisque corporibus et de magno magnete Tellure,* publié à Londres en 1600. Il y emploie le mot *électrique,* dérivé du nom de l'ambre en grec et en latin, pour caractériser cette propriété attractive produite par le frottement : « Vim illam *electricam* (qui rappelle l'ambre) nobis placet appellare quae ab humore provenit. » Les derniers mots de cette

citation font allusion aux conceptions théoriques, très obscures et peu sages, que Gilbert s'était hâté de formuler sur la nature intime de ce phénomène (1).

Tels furent les débuts d'une science qui s'étend aujourd'hui à toutes les branches de l'activité humaine : un détail presque insensible que le hasard découvre et que la curiosité attentive consent enfin à observer, à contrôler, à poursuivre dans ses conséquences. En faisant ces premiers pas, si petits qu'ils puissent paraître, dans un champ inexploré, Gilbert n'a pas moins mérité de la science que ses successeurs qui y ont cueilli, à sa suite, une si belle moisson.

Deux siècles plus tard, toutes les connaissances en électricité se bornaient encore à ce que nous appelons l'*électrostatique*, dont Coulomb découvrit les lois en 1785. Elles se concentraient autour de la machine à frottement, que l'on fut cent ans à perfectionner; de la bouteille de Leyde, que le hasard mit aux mains des physiciens pour leur ouvrir les premières vues sur les phénomènes de l'induction ; et du paratonnerre, qui fut la première application utile de la science électrique.

En 1800, une ère bien autrement féconde s'ouvre avec Volta (1745-1827), c'est-à-dire avec la découverte de la pile, l'un des instruments les plus admirables que les sciences aient produits.

C'est une source nouvelle d'énergie électrique, où le travail chimique remplace le frottement, et qui nous montre la prodigieuse activité de cet agent mystérieux sous des aspects au premier abord tout différents. Entre les mains de Davy, d'Œrsted, d'Ampère,... la pile livre coup sur coup tant et si grands secrets qu'elle cède sous le poids des découvertes qu'elle suscite : après avoir régné quelque temps en maîtresse dans le domaine de l'électrodynamique, elle abdique enfin, à la suite des travaux de Faraday, en

(1) Voir Revue des quest. scient., octobre 1893 : *Deux passages curieux d'un livre oublié.*

faveur de la machine d'induction, où le travail mécanique prend à son tour la place du travail chimique.

Au fur et à mesure que les faits d'observation se multiplient et qu'on en découvre les lois, les applications pratiques deviennent plus nombreuses et plus variées. Tous les phénomènes électriques sont successivement utilisés; ils sortent l'un après l'autre des laboratoires pour pénétrer dans la vie industrielle, commerciale et domestique. Aujourd'hui l'électricité a été disciplinée à tous les usages : à la communication de la pensée, à grande distance, par l'écriture et la parole; à l'éclairage public et privé; à la distribution de l'heure; au service des instruments enregistreurs de toute espèce. Elle extrait les métaux de la matière qui les contient, et force le cuivre impur, tel que le donne un premier traitement métallurgique et dissous dans les acides, à reprendre sa nature métallique en abandonnant tout ce qui le souillait. Elle revêt d'or et d'argent des matières moins précieuses et plus exposées aux injures des actions extérieures. Elle donne aux dissolvants aqueux le pouvoir, qui n'appartenait jadis qu'à la fusion ignée, de déposer les métaux dans des moules appropriés où ils revêtent, avec une correction parfaite, les formes les plus délicates de la statuaire et de l'ornementation. Elle se prête elle-même à la fusion des métaux les plus réfractaires et fournit à la science ses foyers les plus intenses. Elle tend même à se substituer à la vapeur sur nos voies ferrées, et promet à l'industrie le transport à distance de l'énergie mécanique qu'elle permet déjà d'utiliser sous mille formes différentes. Le réseau de ses fils conducteurs, dont la trame se resserre chaque jour et qui s'étend chaque jour davantage, franchit les océans, enlace les cités, envahit nos demeures; l'énergie y circule, non pas seulement à l'ordre des savants et des ingénieurs, mais au gré des profanes, mesurée, transformée et débitée comme on ferait, à peu de chose près, d'une denrée.

Ces progrès considérables ont profondément modifié les points de vue sous lesquels, il y a un demi-siècle à peine, on envisageait les phénomènes électriques. Des notions restées longtemps obscures se sont précisées ; des distinctions importantes ont exigé la création de dénominations spéciales ; enfin les nécessités de la science pure et celles des applications pratiques ont rendu indispensable l'établissement d'un système de mesures et, pour chacun des effets électriques, le choix d'une unité particulière. Une langue que ne parlaient point encore nos professeurs de physique s'est peu à peu formée : l'étrangeté des mots nouveaux qu'elle emploie, la bizarrerie des mots connus qu'elle assemble témoignent de profonds changements dans les idées qu'elle manie. D'autre part, l'extension toujours croissante des applications en étend chaque jour l'usage : tous aujourd'hui ont intérêt sinon à la parler correctement, au moins à la comprendre.

Sa syntaxe, hérissée de formules, ne peut guère sortir des traités spéciaux où elle est exposée ; mais elle n'est heureusement nécessaire qu'à ceux qui aspirent à une connaissance approfondie des théories électriques et de leurs applications. Ses éléments, au contraire, sont très abordables, et il est possible de les vulgariser à l'usage de ceux qui désirent seulement connaître les idées générales qui ont cours aujourd'hui dans la science, la manière dont les notions essentielles se tirent de l'expérience, se coordonnent en lois et se rattachent aux principes généraux de la mécanique, et le sens précis des dénominations particulières et des unités spéciales qui se rencontrent à chaque page des publications relatives à l'électricité (1).

Même restreint dans ces limites, le sujet dépasse

(1) Voir dans l'Annuaire pour l'an 1893, publié par le Bureau des longitudes, la *Notice sur la corrélation des phénomènes d'électricité statique et dynamique et la définition des unités électriques*, par M. A. Cornu. Nous utiliserons, en plus d'un endroit, cet excellent travail.

beaucoup les bornes d'un article. Pour l'y faire rentrer, nous ne parlerons que du *Courant électrique*.

La science et l'industrie utilisent plusieurs sources du courant électrique. Nous nous proposons d'étudier spécialement celle que fournit la pile, et cela pour des raisons de moindre aridité et de plus grande simplicité. La pile est, en effet, le premier générateur que l'on a connu ; en y rattachant les notions que nous voulons exposer, nous pourrons suivre, presque pas à pas, l'ordre historique, assister à la naissance et aux développements successifs de l'électricité dynamique. En outre, de tous les générateurs, la pile est celui dont la construction est la plus simple et le fonctionnement le plus accessible ; elle nous conduira donc au but par un chemin beaucoup plus aisé.

Quelles relations rattachent les phénomènes de l'électricité statique et ceux de l'électricité voltaïque ? Dans quelles conditions le courant électrique prend-il naissance ? Quelles sont ses propriétés ? Comment peut-on les soumettre à des mesures rigoureuses ? Quelles lois les rattachent entre elles ?

Aucun problème de physique n'a été mieux résolu que ceux-là : sur tous ces points, nos connaissances sont très précises et constituent un corps de doctrine parfaitement homogène, qui embrasse les résultats fournis par l'expérience, indépendants par conséquent de toute hypothèse, et qui les expose en les assimilant, par une conception simple de l'esprit, aux phénomènes matériels que nous avons sans cesse sous les yeux. Les résultats expérimentaux sont et resteront vrais, quels que soient les progrès futurs de la science ; mais l'assimilation à travers laquelle nous les considérons aujourd'hui fera place, sans doute, à une façon plus élevée de les envisager, si nous parvenons un jour à pénétrer la nature intime des phénomènes électriques. Sur ce point notre ignorance est grande et nous n'aurions à présenter que des conjectures.

I

L'histoire de la pile s'ouvre par une anecdote qui a été racontée de façons fort diverses. Vers 1789, Galvani (1737-1798), poursuivant des expériences relatives à l'action de l'électricité statique sur les animaux, disposait, pour ses essais, des cuisses de grenouilles fixées à un crochet de cuivre, qui fut employé à les suspendre à un balcon de fer. Le contact du fer et du cuivre déterminait des convulsions vives et répétées dans les membres de la grenouille, qu'on voyait rebondir dès que leur poids les ramenait au contact du fer. Galvani s'empressa de reproduire ce phénomène pour l'étudier de plus près. Il reconnut que les convulsions se produisent toujours lorsqu'on établit une communication métallique entre les nerfs et les muscles de la grenouille ; et il constata qu'autant ces convulsions sont peu intenses et fugitives lorsqu'on n'emploie qu'un seul métal pour mettre en rapport les nerfs et les muscles, autant elles deviennent vives et persistantes lorsque l'arc métallique est formé de deux métaux différents.

Galvani était médecin : il chercha dans les tissus de la grenouille l'explication du phénomène, et le considéra comme étant dû à une *électricité animale*. Dans sa pensée, la grenouille devenait un condensateur, dont les nerfs formaient l'armature interne, les muscles l'armature externe. Les forces vitales produisaient l'électricité nécessaire à la charge. L'arc métallique provoquait la décharge en mettant au contact les armatures de noms contraires (1).

Volta s'empara du sujet, refit les expériences, en imagina de nouvelles et rejeta la théorie. Se fondant sur le

(1) Aloysii Galvani, *De viribus electricitatis in motu musculari commentarius;* Mémoires de l'Académie de Bologne, t. VII, 363. — Les mémoires de Galvani ont été réédités, en 1844, par l'Institut de Bologne, avec commentaire de Gherardi.

fait que les convulsions ne se produisent nettement que quand l'arc est formé de deux métaux, il attribua la cause du phénomène à l'*électricité physique* prenant naissance au contact de deux métaux différents quels qu'ils fussent. Les tissus de la grenouille ne jouaient, selon lui, que le rôle passif d'un électroscope très sensible.

Le monde savant s'intéressa vivement à ce débat mémorable, dont l'issue resta longtemps douteuse. Galvani, en effet, n'avait pas tout à fait tort. La grenouille peut être considérée comme un condensateur chargé de l'électricité produite par la combustion de matières contenues dans les muscles et qui y sont brûlées par l'oxygène du sang ; mais il n'y a pas d'*électricité animale*. En s'attachant à ce côté inexact de sa conception, il la rendait inutile.

D'autre part, Volta n'avait pas complètement raison. Sans doute, le contact de deux métaux différents peut produire quelques traces d'électricité statique que l'habile physicien sut rendre sensibles ; mais seul, il n'en peut développer en quantité suffisante pour en faire une source utilisable. S'il le pouvait, l'arc bimétallique mettrait aux mains de l'homme le pouvoir magique de produire la lumière, la chaleur, le magnétisme, la puissance mécanique et les forces chimiques sans dépense de travail ! Toutes ces énergies ne peuvent naître de rien.

Ce principe n'éclaira pas les recherches de Volta ; mais en demandant à l'expérience des arguments propres à établir sa thèse et à ruiner l'électricité animale, il fut amené à remplacer la grenouille de Galvani par un corps humide quelconque, et constata que deux métaux, séparés par un lambeau de drap préalablement plongé dans une eau acide et réunis par un arc métallique, excitent un développement continu d'électricité. Il ne vit, dans cette expérience, qu'une confirmation de ses idées : la force électrique était due au contact des métaux ; le liquide interposé ne jouait que le simple rôle de conducteur. Il eût pu remarquer cependant que le liquide est actif, au

moins au point de vue chimique, puisque l'un des métaux se trouve toujours attaqué ; était-il probable que cette action chimique n'entrât pour rien dans le développement de l'électricité ?

Volta fit mieux peut-être que de s'attarder à scruter le côté mystérieux de sa découverte : il en profita, avec un rare bonheur, pour imaginer la *pile*.

On sait qu'il donna ce nom à une colonne formée de disques de cuivre, de zinc et de drap mouillé, superposés dans cet ordre et en grand nombre, à la façon d'une pile de monnaies. En la décrivant dans une lettre adressée au président de la Société Royale de Londres, il compare les effets de cette machine « simple et facile » à ceux d'une batterie de bouteilles de Leyde, et insiste surtout « sur l'action que le flux électrique, incité et mû par cet appareil, exerce sur les différentes parties du corps que son courant envahit et traverse... Il y en aura, dit-il, pour occuper l'anatomiste, le physiologiste et le praticien » (1).

Les physiciens et les chimistes, oubliés dans cette énumération, s'empressèrent de construire et d'essayer le nouvel instrument. Sa forme primitive, modifiée par Volta lui-même qui imagina « l'appareil à couronnes de tasses », se perfectionna peu à peu ; on varia les métaux et le liquide, et de ces premiers essais surgit une théorie nouvelle, opposée à celle de l'inventeur, et où l'on considérait l'action chimique dont la pile est le siège, comme la source unique de l'électricité qu'elle développe. Fabroni la proposa le premier, et elle ne tarda pas à s'affirmer de plus en plus, surtout en Angleterre, où Davy soutint, dans un mémoire remarquable, que *si l'électricité est produite par le contact, son développement continu est entretenu par l'action chimique* (2).

(1) Lettre de Volta à sir J. Banks, président de la Société Royale de Londres : PHILOSOPHICAL TRANSACTIONS, 1800, IIe partie, 408.

(2) Ce mémoire, lu à la Société Royale le 20 novembre 1806, est inséré dans les PHILOSOPHICAL TRANSACTIONS de 1807. On en trouve des traductions françaises dans la BIBLIOTHÈQUE BRITANNIQUE, année 1807, et dans les ANNALES DE CHIMIE ET DE PHYSIQUE, 31 août 1807.

Le nom d'*électromoteur*, qui servit pendant quelque temps à désigner les appareils nés de celui de Volta, ne s'imposa pas ; on est revenu depuis longtemps à l'appellation primitive, et l'on baptise aujourd'hui du nom de *pile hydro-électrique* tout appareil composé de parties solides et de parties liquides donnant lieu à des combinaisons chimiques, en produisant de l'électricité.

Sous sa forme la plus simple, un élément de pile se compose d'un vase rempli d'eau acidulée au dixième par l'acide sulfurique et dans laquelle plongent deux métaux différents, une lame de cuivre par exemple et une lame de zinc, que l'on réunit à l'extérieur du vase en y soudant ou en y attachant les extrémités d'un conducteur métallique. Étudions cet élément.

II

Plongeons les deux lames métalliques dans l'eau acidulée et, avant de les réunir par le conducteur extérieur, examinons leur *état électrique*. On constate qu'elles sont toutes deux électrisées, mais leur électrisation est extrêmement faible : il faut, pour la déceler, des appareils spéciaux très sensibles, et on ne peut songer à y employer l'électroscope à feuilles d'or.

Tournons la difficulté, comme le fit Volta, en multipliant le nombre des éléments que nous juxtaposerons, et que nous réunirons en soudant chaque zinc au cuivre suivant ; cet artifice sera justifié plus loin. Si le nombre des couples s'élève à quelques centaines, un électroscope ordinaire suffira pour constater que le premier cuivre et le dernier zinc sont électrisés ; s'il atteint quelques milliers, on obtiendra tous les phénomènes de l'électricité statique. Mettons le premier cuivre et le dernier zinc respectivement en communication, par de longs fils, avec deux

sphères conductrices identiques et bien isolées : ces sphères s'électriseront par contact (1).

Faisons correspondre à leur qualité d'être électrisées une grandeur qui la représente et que nous appellerons leur *charge électrique:* le plan d'épreuve et la balance de torsion nous permettront de mesurer cette grandeur. Pour exprimer commodément le résultat de cette mesure, appelons l'imagination au secours de la raison, et représentons-nous *symboliquement* cette charge comme le résultat de l'expansion, sur la surface de chacune des sphères, d'une couche mince d'un fluide extrêmement mobile ; nous pourrons alors parler de *masses* et de *quantités électriques,* dire qu'*elles se propagent par contact*, etc., en rattachant à ces symboles concrets l'exposé très simple des phénomènes observés. Enfin, en nous basant sur les lois de Coulomb, prenons pour *unité de masse électrostatique* la quantité d'électricité qui, en agissant sur une quantité identique placée à l'unité de distance, exerce une répulsion égale à l'unité de force. Dans ces conditions, le résultat de l'expérience peut s'exprimer ainsi : les charges de chacune des sphères sont égales ; un même nombre les représente toutes deux, en fonction de l'unité adoptée.

Ce n'est pas tout ce que nous apprend cette expérience. Puisque les deux sphères se sont électrisées par communication métallique lointaine avec les lames extrêmes de la pile, l'électricité de ces lames possédait, comme l'électricité fournie par les machines statiques, une *tendance à l'expansion ou à la transmission de leurs charges aux conducteurs environnants.* Faisons correspondre aussi à cette qualité une grandeur qui la représente, et appelons celle-ci la *tension électrique.* Nous aidant toujours de notre imagination, nous concevrons que c'est en vertu de cette tension que les lames ont cédé aux sphères une partie de

(1) Nous supposons, dans tout ce qui va suivre, que les corps voisins sont sans influence sur l'électrisation de ces sphères. et nous négligeons l'électrisation du fil qui joue uniquement le rôle d'intermédiaire.

leurs charges ; que la transmission a cessé, et que l'équilibre s'est établi, dès que la tension de l'électricité accumulée sur chacune des sphères est devenue égale à celle de l'électricité restée sur chacune des lames. Voyons si l'expérience nous permettra de représenter cette tension par un nombre qui la mesure.

Elle nous apprend d'abord que quand on met une sphère électrisée en communication métallique lointaine avec une sphère à l'état neutre, le partage de la charge se fait, entre les deux sphères, non pas proportionnellement à leurs volumes ou à leurs surfaces, mais proportionnellement à leurs rayons. Ainsi, dès que l'équilibre est établi, le quotient du nombre qui mesure la charge conservée par la première sphère, divisé par le nombre qui mesure son rayon, est le même que celui du nombre qui mesure la charge reçue par la seconde sphère, divisé par le nombre qui mesure son rayon. D'une façon générale, l'équilibre ou la transmission électrique entre deux sphères conductrices, supportant des charges électriques de même signe, et mises en communication métallique lointaine, dépend de l'égalité ou de l'inégalité de ces quotients, la transmission se faisant de la sphère où ce quotient était primitivement le plus fort vers la sphère où il était primitivement le plus faible.

Le quotient du nombre qui mesure la charge d'une sphère par celui qui mesure son rayon est donc *caractéristique de la tension électrique de ce conducteur*. Les physiciens le représentent par la lettre V et lui donnent un nom emprunté au langage des géomètres : ils l'appellent *le potentiel électrique de la sphère*. Ils nomment *sphère équivalente* d'un conducteur quelconque chargé d'électricité, la sphère à laquelle la même charge donnerait le même potentiel, et ils indiquent la manière d'en déterminer le rayon. Enfin ils adoptent comme *unité de potentiel* celui d'une sphère de rayon un supportant l'unité de masse électrique.

Revenons maintenant à la pile et aux sphères isolées

mises en communication lointaine avec ses lames extrêmes. L'équilibre électrique étant établi, le potentiel de chacune de ces lames est le même que celui de la sphère correspondante : il a donc pour mesure le quotient V du nombre M qui mesure la charge, par le nombre R qui mesure le rayon des sphères. Multiplions les expériences en nous servant chaque fois de deux sphères identiques, mais en faisant varier, dans les essais successifs, leur rayon, et mesurons chaque fois le potentiel : le même nombre V le représentera constamment. Les lames extrêmes d'une pile voltaïque sont donc deux conducteurs chargés d'électricité statique ou, plus exactement, deux sources d'électricité statique dont le potentiel, sous l'action d'une cause que nous devrons rechercher, demeure constant quelle que soit la quantité finie d'électricité qu'on leur enlève par contact. Puisque les sphères, dans chacune de nos expériences, reçoivent de ces lames des quantités d'électricité proportionnelles à leurs rayons, nous pouvons prendre le nombre qui mesure le rayon d'une sphère comme représentant numériquement la *capacité électrostatique de cette sphère,* ou son aptitude à recueillir l'électricité d'une source à potentiel constant avec laquelle on la met en communication lointaine. Dans ces conditions, l'*unité électrostatique de capacité* sera la capacité d'une sphère de rayon égale à l'unité, et la capacité d'un conducteur quelconque sera celle de la sphère équivalente.

Malgré les expressions figurées dont on les revêt, ces notions fondamentales restent trop abstraites pour que nous ne cherchions pas à les éclaircir en recourant à une image très simple empruntée à l'hydrostatique et qui permet de les présenter d'une manière intuitive, mais purement symbolique. Assimilons l'électricité à un liquide, et les conducteurs à des vases ; faisons correspondre aux conducteurs sphériques de différents rayons des vases cylindriques de différentes sections ; et supposons que ces sections contiennent respectivement autant d'unités

de surface que les rayons des sphères représentées contiennent d'unités de longueur.

Un vase cylindrique, rempli d'une certaine quantité de liquide, représentera un conducteur sphérique chargé d'une certaine quantité d'électricité. Le quotient du nombre qui mesure la quantité de liquide que contient le vase par celui qui mesure sa section, ou *la hauteur du niveau du liquide dans le vase,* figurera le potentiel du conducteur sphérique. Le cylindre équivalent d'un vase de forme quelconque dans lequel une certaine quantité de liquide s'élève à un niveau déterminé sera, par définition, le cylindre dans lequel la même quantité de liquide s'élèverait au même niveau : ce cylindre correspondra à la sphère équivalente d'un conducteur chargé quelconque, et sa section représentera la capacité de cette sphère, mesurée par son rayon. A la relation qui relie la hauteur du niveau, la charge et la section d'un vase cylindrique, rempli, et qui se traduit ainsi : la hauteur du niveau, dans un vase cylindrique, croît proportionnellement à la quantité de liquide qu'on y verse et varie en raison inverse de sa section, répondra celle qui rattache, comme l'expérience nous l'a montré, le potentiel, la charge et la capacité d'un conducteur sphérique, et qui s'énonce : le potentiel électrique d'un conducteur sphérique croît proportionnellement à la charge qu'il reçoit et varie en raison inverse de sa capacité. Enfin, l'expérience des vases communiquants peindra aux yeux la transmission électrique entre deux conducteurs par communication lointaine. Nous avons vu que la condition nécessaire et suffisante de l'équilibre électrique entre deux conducteurs sphériques mis en communication lointaine est l'égalité de leurs potentiels ; il faut de même et il suffit, pour que deux vases cylindriques communiquants soient en équilibre hydrostatique, que le niveau du liquide qui les remplit soit le même dans les deux vases. Si cette condition n'est pas réalisée dès l'abord, un transport de liquide s'effectuera

du vase le plus plein vers le vase le moins plein, jusqu'à ce que le volume total se soit partagé entre les deux vases proportionnellement à leurs sections. C'est l'image de ce qui se passe au contact lointain de deux conducteurs chargés à des potentiels différents : leur charge totale se partage proportionnellement à leurs capacités.

Une faible quantité de liquide versée dans un tube cylindrique de très petite section atteint un niveau élevé et développe des pressions hydrostatiques considérables. Une faible quantité d'électricité, répandue sur un conducteur de très petite capacité, prend un potentiel très élevé et développe des pressions électrostatiques énormes : l'expérience du tonneau de Pascal et le pouvoir des pointes présentent, sous des formes différentes, le même paradoxe.

On le voit, l'image hydrostatique des conducteurs électriques chargés est très parlante; le secours qu'elle nous prête n'est pas à dédaigner, mais ce serait mal en user que de conclure de cette analogie entre les phénomènes, et qui repose uniquement sur des conventions qu'il nous plaît d'admettre, à une analogie de nature entre les réalités que recouvrent ces phénomènes. D'ailleurs, si les rapports de ressemblance que nous venons d'indiquer nous frappent, les différences que nous rencontrerions, en poussant plus loin le rapprochement, nous frapperaient davantage. Rien donc ne nous autorise à tirer de cette similitude un argument quelconque en faveur de l'hypothèse qui ferait de l'électricité une forme de la matière; non plus qu'une autre assimilation symbolique, tout aussi parlante mais également incomplète, et qui rapproche l'électricité et la chaleur, les conducteurs chargés et les corps chauds, les quantités de chaleur et les masses électriques, les capacités calorifiques et les capacités électriques, les températures et les potentiels, ne nous autoriserait à conclure que l'électricité est un mode de mouvement.

III

Nous venons de constater que les lames extrêmes d'une pile voltaïque sont deux conducteurs également électrisés ; mais nous n'avons point examiné jusqu'ici la nature de leurs charges. L'expérience montre que le cuivre est chargé d'électricité vitrée et le zinc d'électricité résineuse.

On sait que les phénomènes électriques présentent un caractère de dualité qui oblige de distinguer l'électrisation développée par le frottement sur le verre et sur la résine ; on sait aussi que deux charges électriques égales et de nature différente, communiquées à un même conducteur, se neutralisent. On tient compte de ce fait expérimental en donnant aux nombres qui mesurent ces charges des signes contraires : l'usage veut que l'on affecte du signe + et que l'on appelle *positive* l'électricité vitrée ; qu'on affecte du signe — et qu'on appelle *négative* l'électricité résineuse. Cette convention entraîne cette conséquence : le potentiel d'un conducteur étant le quotient de sa charge par le rayon de la sphère équivalente, participe au signe de la charge. Ainsi, dans une pile voltaïque, le premier cuivre est amené à un *potentiel positif*, le dernier zinc à un *potentiel négatif*. Si nous désignons par M et — M les charges des sphères en communication lointaine avec les extrémités de la pile, et par R leur rayon commun, ces potentiels seront représentés par les nombres M : R et — M : R, et leur différence par le nombre 2M : R.

Cette production simultanée de deux charges électriques égales et capables de se neutraliser n'est pas un fait exceptionnel, mais la condition nécessaire de toute électrisation. Si, par exemple, on a recours au frottement pour la produire, on constate que le corps frotté et le corps frottant prennent des charges égales et de signes contraires. La règle est générale : quand une force extérieure trouble l'équilibre électrostatique de deux conduc-

teurs en communication, des quantités égales d'électricité se séparent sur chacun de ces conducteurs, qui prennent l'un un potentiel positif, l'autre un potentiel négatif, relativement au potentiel primitif commun. On ne peut remplir un vase qu'au détriment d'un autre; et quand une force extérieure trouble l'équilibre hydrostatique de deux vases cylindriques égaux communiquants, des quantités égales de liquide se déplacent dans chaque vase, l'une au-dessus, l'autre au-dessous du niveau primitif commun.

L'état électrique des deux lames extrêmes de la pile voltaïque est donc dans l'ordre et conforme à la loi générale de l'électrisation. Mais il se présente ici une particularité remarquable : on peut faire varier la *valeur absolue* des potentiels du premier cuivre et du dernier zinc d'une pile voltaïque, soit en modifiant l'isolement des couples, soit en recourant à une charge électrique apportée de l'extérieur; mais on ne parvient pas à changer *la différence de ces potentiels.*

Supposons que le premier cuivre et le dernier zinc sont en communication lointaine avec deux sphères identiques, la pile et les sphères étant d'ailleurs bien isolées; et mettons, par exemple, la lame de zinc en communication avec le sol.

La terre étant une sphère conductrice de très grand rayon, sa capacité électrique, que ce rayon mesure, est excessive : toute charge finie qu'on y verse s'éparpille sur une surface pour ainsi dire sans limites, et ne lui donne qu'un potentiel insensible. Or ce potentiel est celui de tout conducteur en communication avec le sol; il ne donnera donc plus lieu à aucune manifestation électrique. Ainsi la lame de zinc et la sphère correspondante perdent leurs charges, et leur potentiel devient nul. Mais, du même coup, la sphère en communication avec la lame de cuivre prend une charge positive 2M, et un potentiel positif 2 M : R; en sorte que la différence des potentiels aux extrémités de la pile reste, ce qu'elle était, égale à 2M:R.

Eh bien, tourmentons la pile tant qu'il nous plaira; mettons au sol le premier cuivre, ou un couple intermédiaire quelconque; chargeons l'ensemble, par degrés successifs, à l'aide d'une source étrangère qui communique au système une charge commune de grandeur et de signe quelconque : les potentiels extrêmes varieront sans doute, mais leur différence se maintiendra constante.

L'expérience nous conduit donc à cette conclusion : Une pile voltaïque, dont le premier cuivre et le dernier zinc ne sont pas réunis, ou qui, comme on dit, n'est pas fermée, présente deux surfaces conductrices à des potentiels déterminés, dans des conditions données, variables avec les conditions choisies, mais dont la différence reste constante dans tous les cas.

Cette différence, toujours la même pour une même pile, est donc *caractéristique de cette pile;* il convient de lui donner un nom : appelons-la, avec Volta, la *force électromotrice de la pile ouverte.*

Nous passons, pour abréger, le détail de l'image hydrostatique qui pourrait représenter cette propriété, pour y chercher uniquement le symbole de ce que nous venons d'appeler la force électromotrice.

L'équilibre hydrostatique de deux vases cylindriques égaux communiquants ne peut être et rester troublé sans l'intervention d'une force extérieure permanente capable de déplacer et de maintenir déplacées des quantités égales de liquide, l'une au-dessus, l'autre au-dessous du niveau primitif commun. La grandeur de cette force, que l'on peut appeler *hydromotrice,* peut être représentée numériquement par la différence des niveaux dans les deux vases : ce sera, par exemple, la pression exercée sur l'unité de surface par un piston engagé dans l'un des vases et refoulant le liquide dans l'autre, jusqu'à une certaine hauteur, et l'y maintenant. De même, l'équilibre électrostatique de deux conducteurs en communication (ce sont ici les lames extrêmes de la pile, en communication électrique par le liquide et les

lames des couples intermédiaires) ne peut être et rester troublé sans l'intervention d'une force extérieure permanente, capable de séparer et de maintenir séparées des quantités égales d'électricité sur chacun des conducteurs, qui prennent ainsi l'un un potentiel positif, l'autre un potentiel négatif, relativement au potentiel primitif commun.

La grandeur de cette force, que nous avons appelée *électromotrice,* peut être représentée numériquement par la différence des potentiels des deux conducteurs. On peut ignorer la nature et le siège de cette force électromotrice ; on peut même discuter sur la convenance de cette appellation ; il n'est pas moins vrai que l'expérience démontre l'existence d'une réalité abstraite qui, dans la conception concrète et dans l'image matérielle que les phénomènes hydrostatiques nous en fournissent, correspond à ce que nous appelions tantôt la force hydromotrice (1).

Ce symbolisme peut nous mener plus loin, à la condition, bien entendu, de contrôler ses indications par l'expérience.

Imaginons une série de n couples de vases cylindriques groupés de la manière suivante : ils reposent tous sur un même plan horizontal ; les deux vases d'un même couple communiquent par un tube réunissant leurs parties inférieures ; le second vase de chaque couple communique avec le premier vase du couple suivant par un tube réunissant leurs parties supérieures. Le premier vase du premier couple, à gauche, s'élève au-dessus du niveau de ces tubes et nous le supposons ouvert ; tous les autres s'arrêtent au niveau des tubes de jonction supérieurs, et nous les supposons fermés ; le second vase de chaque couple est muni d'un piston dont la tige traverse le couvercle du vase, et dont le tampon, adapté aux dimensions des vases, occupe à l'origine le milieu de sa course ; enfin tous les vases sont remplis de liquide jusqu'au niveau

(1) Nous reviendrons plus loin sur cette notion pour la préciser davantage.

des tubes de jonction supérieurs, et le système est en équilibre hydrostatique.

Cet équilibre sera évidemment troublé si nous exerçons sur chaque piston une pression *p;* et on reconnaît sans peine, en suivant le jeu et la transmission de ces pressions, qu'elles s'ajoutent pour donner naissance à une force hydromotrice totale qui produit et maintient, entre les vases extrêmes, une différence de niveau égale à la somme de toutes celles que produiraient les pressions élémentaires dans chaque couple de vases, s'ils étaient isolés. Nous pourrions caractériser cette situation en disant que *les vases y sont réunis en tension.*

Telle est l'image du principe que Volta conçut et démontra par la construction même de la pile. Dans un couple cuivre — eau acidulée — zinc, l'équilibre électrostatique est rompu, et l'expérience montre qu'en réunissant le zinc d'un premier couple au cuivre d'un second et ainsi de suite, les forces électromotrices élémentaires s'ajoutent pour donner naissance à une force électromotrice totale qui produit et maintient, entre les lames extrêmes, une différence de potentiel égale à la somme de toutes celles que produiraient les forces électromotrices partielles dans chaque élément s'ils étaient isolés. On dit alors que *les éléments sont réunis en tension.*

La différence des potentiels des deux lames d'un couple voltaïque est extrêmement faible ; aussi, nous l'avons dit, leur électrisation échappe-t-elle aux électroscopes ordinaires. Mais la différence des potentiels des lames extrêmes d'une pile formée d'un très grand nombre d'éléments réunis en tension peut devenir considérable, et tout à fait comparable à celle qui s'établit entre les collecteurs des machines électrostatiques. Tout ce que nous avons dit jusqu'ici le supposait, et cette remarque achève d'expliquer et de justifier la marche que nous avons suivie.

Le principe de Volta est général, il s'applique aux forces électromotrices, quelles qu'elles soient, pouvant

coexister dans un système de conducteurs. S'il en est parmi elles qui tendent à créer et à maintenir, entre les extrémités du système, des différences de potentiel de sens contraire à celles que tendent à établir les autres, on affectera les unes du signe +, les autres du signe —, et toujours *la force électromotrice totale sera la somme algébrique des forces électromotrices élémentaires.*

Le lecteur pourra sans peine, en recourant à l'image hydrostatique et à des expériences analogues à celles que nous avons décrites, constater qu'une pile dont on groupe les éléments en réunissant d'une part tous les cuivres et de l'autre tous les zincs, est équivalente à un seul couple dont la capacité et la charge des lames auraient augmenté proportionnellement aux nombres des éléments, mais dont la force électromotrice serait restée celle d'un seul élément de la série. On dit alors que *les éléments sont réunis en quantité.*

Résumons brièvement les notions acquises jusqu'ici. Le fait de plonger simultanément, dans un même vase contenant de l'eau faiblement acidulée, une lame de cuivre et une lame de zinc, trouble l'état d'équilibre électrostatique de ces deux lames. Une cause capable de produire et de maintenir leur électrisation entre aussitôt en jeu. Le cuivre se charge positivement, le zinc négativement, et il s'établit entre eux une différence de potentiel parfaitement déterminée. Un couple voltaïque non fermé présente donc, comme une bouteille de Leyde dont les armatures auraient été mises un instant en communication avec les collecteurs d'une machine électrostatique, deux surfaces conductrices chargées à des potentiels différents. Sa force électromotrice, comparée à celle de la bouteille ou à celle des collecteurs d'une machine à plateau de verre qui fournit l'électricité sous des tensions excessives, est extrêmement minime; mais on peut l'accroître, en groupant en tension un nombre suffisant d'éléments, au point de pouvoir reproduire tous les phénomènes des machines ordinaires.

Or, lorsqu'un fil conducteur réunit les armatures d'une bouteille de Leyde chargée, ce fil est le siège de phénomènes mécaniques, physiques et chimiques que l'on désigne sous le nom de *décharge* de la bouteille, et qui ont pour cause la différence des potentiels des armatures. L'analogie que nous venons d'établir fait prévoir une décharge de même nature, sous l'influence de la même cause, quand on réunira, par un fil conducteur, les deux lames d'un élément voltaïque ou les extrémités d'une pile. En étudiant la pile sous ce second aspect, nous achèverons de montrer l'identité de nature de l'électricité statique et de ce que l'on est convenu d'appeler l'électricité dynamique, tout en précisant les caractères qui distinguent leurs manifestations.

IV

Réunissons donc, par un fil conducteur, la lame de zinc et la lame de cuivre d'un élément voltaïque, ou les extrémités d'une pile montée en tension. Immédiatement ce conducteur devient le siège de phénomènes identiques à ceux qui accompagnent la décharge d'une batterie : il s'échauffe, au point parfois de rougir, de se fondre, de se volatiliser ; il attire la limaille de fer et fait dévier la boussole ; si on l'enroule autour d'une tige de fer ou autour d'un barreau d'acier, il les aimante ; si on le coupe pour plonger ses deux bouts dans une solution saline qui complète le circuit, la solution est décomposée. Si on intervertit les jonctions du fil avec la pile, les mêmes faits se reproduisent, mais la déviation de la boussole, l'aimantation du fer et de l'acier, l'allure de la décomposition de la solution intercalée dans le circuit changent de sens.

En même temps, la pile est aussi le siège de phénomènes identiques : un travail chimique s'y opère, la boussole est déviée, etc. On le constate aisément en prenant pour vase contenant l'eau acidulée un tube de verre

recourbé en arc de cercle. Si l'on suspend une aiguille aimantée le long de cet élément tubulaire, on la voit quitter sa position d'équilibre, dès que le circuit extérieur est fermé. On peut même constater, en donnant à l'aiguille une position identique par rapport au tube et au fil conjonctif, convenablement recourbé, que l'action du tube et celle du fil sont de sens contraires.

Tous ces phénomènes rappellent parfaitement ceux que l'on peut produire par la décharge d'une bouteille de Leyde ; il faut toutefois signaler une différence importante. Quand une bouteille de Leyde se décharge, la durée du phénomène est inappréciable, et l'équilibre électrique se rétablit presque instantanément. La pile, au contraire, reste chargée, et les effets qu'elle produit sont permanents. Il faudrait, pour maintenir la similitude des deux expériences, qu'une puissante machine pût charger le condensateur aussi rapidement qu'il se décharge, ce qui entraînerait évidemment une dépense continue de travail.

Il convient donc, pour caractériser l'ensemble des phénomènes dont le conducteur et la pile sont le siège, d'employer un mot nouveau qui n'éveille pas, comme le mot *décharge,* l'idée d'un fait instantané, mais qui rappelle à la fois *la continuité des phénomènes et la propriété très caractéristique dont jouissent certains d'entre eux de changer de sens quand on intervertit les jonctions.* En d'autres termes, il convient de faire correspondre à cette qualité particulière de l'appareil voltaïque *une quantité permanente, dirigée et orientée.*

Il est des quantités dont la notion complète n'implique pas l'idée de direction et qui sont entièrement définies par une seule donnée numérique représentant leur grandeur. Tels sont, par exemple, les volumes des solides géométriques. Il en est d'autres dont la notion est incomplète si l'on fait abstraction de l'idée de direction, et dont la définition exige plusieurs données numériques fixant la direction de la quantité et sa grandeur dans cette direc-

tion. Telles sont les forces, les vitesses, les rotations. C'est dans cette catégorie que nous devons choisir notre symbole.

Le secours que l'image hydrostatique nous a fourni pour représenter la pile non fermée, nous engage à demander à l'hydrodynamique le nom et l'image qu'il convient d'attacher à la représentation des phénomènes dont la pile fermée est le siège. Or, si entre deux vases cylindriques égaux contenant un liquide qui s'y élève à des niveaux différents, on établit un tube de communication, le vase le plus plein *se déchargera* à travers le tube dans le vase le moins plein, et le phénomène n'aura qu'une durée relativement courte. Mais si l'on imagine qu'une pompe aspirante et foulante reprenne continuement le liquide qui tend à s'accumuler dans le vase le moins plein pour le rendre au vase le plus plein, de façon à maintenir la différence des niveaux, la décharge brusque se transformera en *un courant permanent* à travers le tube de jonction et le système hydromoteur : ce courant descend du vase au niveau le plus élevé vers le vase au niveau le moins élevé à travers le tube; grâce au travail dépensé à mouvoir la pompe, il remonte, à l'intérieur de l'appareil, du second vase vers le premier. Voilà bien une grandeur permanente et dirigée qui nous fournit une image excellente des faits observés. Nous dirons donc que le fil conjonctif et la pile elle-même sont traversés par un *courant*. Il nous reste à orienter ce courant, c'est-à-dire à fixer le sens de sa direction. Nous le définirons, par convention, en disant que le courant marche du cuivre au zinc, ou de la lame au potentiel positif vers la lame au potentiel négatif, à travers le fil conjonctif; et du zinc au cuivre, à l'intérieur de la pile. Ce choix n'était pas imposé, mais l'image hydrodynamique le suggère : c'est toute sa justification.

Le courant étant orienté comme nous venons de le dire, l'extrémité cuivre et l'extrémité zinc constituent les *pôles*

de la pile ; nous appellerons le premier le pôle positif, et le second le pôle négatif.

Les mots pôles, polarisation, polarisé reviennent souvent et dans toutes les parties de la physique. On les emploie tantôt en parlant des corps, tantôt en parlant de leurs éléments ; mais toujours pour rappeler des propriétés relatives à une orientation déterminée des grandeurs dirigées dont elles dépendent, et qui, en se renversant, en change le sens. La rotation de la terre, grandeur dirigée, s'effectue autour d'un axe orienté dans l'espace et donne lieu au mouvement diurne apparent des astres. Renversez l'axe de la terre, bout à bout, sans changer la direction de la rotation : le mouvement diurne apparent changera de sens. La terre est un corps polarisé ; elle a des pôles ; le renversement du sens du mouvement diurne annoncerait une orientation nouvelle de l'axe de rotation, ce serait un phénomène de polarisation. Le courant électrique, grandeur dirigée, marche du cuivre au zinc, par convention, dans le fil conjonctif, et dévie l'aiguille aimantée. Retournez la pile, bout à bout : la déviation de l'aiguille change de sens. La pile est un système polarisé, elle a des pôles ; le renversement de la déviation de l'aiguille indiquerait une orientation nouvelle du sens du courant, ce serait un phénomène de polarisation.

Les mots « courant électrique » et « pôles d'une pile » sont entrés dans la science à la suite de l'expérience d'Œrsted (1777-1851). C'est en 1820 qu'Œrsted, professeur à l'université de Copenhague, fit connaître l'action qu'exerce le courant électrique sur l'aiguille aimantée (1) : l'aiguille tend à se mettre en croix avec le courant. La bizarrerie de cette action conduisit le savant danois à concevoir les phénomènes dont le fil conjonctif et l'espace

(1) *Experimenta circa effectum conflictus electrici in acum magneticam.* Hafniœ, 1820; Schweigger Journ., t. XXIX, 1820, p. 275. — Des traductions françaises ont été publiées dans les Annales de chimie et de physique, t. XIV, 1820, p. 417, et dans le Journal de physique, t. XCI, p. 72.

environnant sont le siège, sous une forme suggérée par sa découverte et qui lui fit donner à ce que nous avons appelé *courant électrique* le nom de *conflit électrique*. La netteté de l'expérience ne gagna rien à cette interprétation.

La découverte d'Œrsted arriva à Paris par Genève, apportée par Arago qui refit l'expérience de l'aiguille aimantée, dans la séance du lundi 11 septembre 1820, devant l'Académie des sciences. Ampère (1775-1836) s'empara de cette donnée avec une sorte de fougue inspirée : huit jours plus tard, il inaugurait, devant l'Académie, cette série de communications à jamais célèbres d'où sortirent deux nouvelles branches de la science, *l'électro-magnétisme* et *l'électro-dynamique*. Le premier, il définit le courant électrique, lui donne une direction, le personnifie, complète l'observation d'Œrsted et résume l'action du courant sur l'aiguille aimantée en cette règle restée classique : *le pôle nord est dévié à la gauche du courant* (1). Dans sa pensée, les anciennes machines à plateau de verre nous fournissent l'électricité au repos ; la pile met cette même électricité en mouvement dans le sens de l'axe du conducteur ; dans un aimant, cette même électricité tourne autour des molécules du fer ou de l'acier dans un plan perpendiculaire à l'axe qui en réunit les deux pôles. L'eau en repos, dans un vase, figure *l'électricité statique* accumulée à la surface d'un conducteur ; l'eau en mouvement, dans les tuyaux de conduite, représente *l'électricité dynamique* circulant dans le conducteur de la pile ; l'eau parcourant les circuits d'une vis d'Archimède nous donne l'image symbolique du *magnétisme*.

Une aiguille aimantée, occupant une position déterminée par rapport au conducteur que parcourt un courant, joue, en électricité dynamique, le rôle de l'électroscope

(1) On a formulé depuis d'autres règles mnémoniques dont la plus simple est celle-ci : Placez la main droite étendue sur le conducteur, la paume tournée vers l'aiguille et les doigts dans la direction du courant : le pôle nord doit se mouvoir dans la direction du pouce.

en électricité statique : elle indique à la fois l'existence du courant et son sens ; nous verrons tantôt qu'elle peut en outre servir à mesurer ce que nous appellerons l'intensité du courant.

Quand le courant passe, l'aiguille est déviée et prend une position d'équilibre sous l'action directrice de la terre et sous l'action déviatrice du courant. Pour accroître sa sensibilité, il faut diminuer la première action et augmenter la seconde.

On diminue l'action directrice de la terre en associant solidairement deux aiguilles ayant *à peu près* la même aimantation et disposées parallèlement, avec les pôles contraires en regard : l'action directrice de la terre sur un pareil système, que l'on nomme *astatique,* étant la différence des actions qu'elle exerce sur chacune des aiguilles, on peut la rendre aussi petite que l'on veut ; en l'annulant tout à fait, le système astatique, comme une balance folle et pour la même raison, aurait une sensibilité excessive et deviendrait impropre aux mesures : sous l'action du moindre courant, l'aiguille se placerait perpendiculairement au conducteur.

On accroît l'action du courant en enroulant le conducteur en bobine dans le voisinage des aiguilles (1). Pour éviter d'avoir à orienter l'instrument, on crée, à l'aide d'un aimant directeur, un *méridien artificiel* qui ramène l'aiguille au zéro de la graduation quand le courant cesse de passer. On donne le nom de *galvanomètres* aux appareils où ces conditions sont réalisées.

Les mots *pôles de la pile* ne se rencontrent pas dans les premières publications d'Ampère, mais on les trouve dans l'exposé des *Expériences relatives à l'aimantation du fer et de l'acier par l'action du courant voltaïque,* par Arago (2).

(1) L'idée de la bobine multiplicatrice est due à Schweigger, et date du même mois de septembre 1820 (Schweigger Journ. t. XXXII, 1821, p. 48). Œrsted la fit connaître en France en 1823 (Annales de physique et de chimie, seconde série, t. XXII, 1823, p. 358).

(2) Annales de chimie et de physique, seconde série, t. XV, 1820, p. 93.

Avant d'entreprendre l'étude quantitative des phénomènes dont la pile est la cause ou le siège, servons-nous du galvanomètre pour étudier de plus près l'élément voltaïque, afin de découvrir, par des expériences simplement qualitatives, les conditions essentielles à la production du courant et les circonstances favorables au bon fonctionnement d'une pile.

V

On lit dans certains traités de physique : « Un élément de pile hydro-électrique se compose essentiellement de deux métaux différents plongeant dans un liquide » ; et immédiatement après, en guise de commentaire : « l'un de ces métaux doit être inerte, l'autre chimiquement attaqué par le liquide. »

La définition manque au moins de clarté : le mot *différents* est ambigu ; le commentaire, en affirmant que les deux métaux doivent être hétérogènes et en précisant cette hétérogénéité, la rend inexacte.

Découpons, dans une feuille de zinc, un grand nombre de disques de six ou sept centimètres de diamètre. Polissons-les sur une de leurs faces seulement et empilons-les en les séparant par des disques de drap mouillé d'eau pure, les faces polies tournées toutes du même côté. Réunissons la base et le sommet de la colonne, par des fils conducteurs, aux bornes d'un galvanomètre : un courant traverse l'appareil ; la première face polie est le pôle positif, la dernière face rugueuse le pôle négatif. Ces faces, qui ne présentent entre elles qu'une *différence physique*, jouent donc le rôle du cuivre et du zinc de l'élément de Volta. Toutes deux sont le siège d'une action chimique de nature identique, mais différente d'intensité : les faces rugueuses sont les plus attaquées.

Cette expérience très simple, et d'autres que l'on ima-

gine aisément, montrent que l'emploi de deux métaux hétérogènes n'est pas essentiel. Que penser du liquide?

Sous l'influence des idées qui attribuaient au contact métallique seul l'électricité voltaïque, on a cherche à construire des piles sans liquide, appelées improprement *piles sèches*. L'un de ces appareils, dû à Zamboni (1812), est formé de la manière suivante : sur les deux faces d'un petit disque de papier légèrement humide on colle d'un côté une feuille d'étain et on fait adhérer, de l'autre côté, une couche de bioxyde de manganèse en poudre ; on superpose ensuite ces disques, dans le même sens, comme dans la pile de Volta. On forme ainsi des piles de plusieurs milliers d'éléments, pouvant fonctionner très longtemps et douées d'une grande force électromotrice ; elles se prêtent donc très bien à la charge permanente d'un électroscope. Mais l'expérience montre qu'elles sont le siège d'une action chimique, comme toutes les autres piles, et qu'elles n'en diffèrent que par l'excessive lenteur de cette action ; qu'en les plaçant dans un vase bien desséché par du chlorure de calcium fondu, elles perdent leurs propriétés ; qu'elles les retrouvent quand on les replace dans l'air modérément humide ; qu'elles sont sensibles aux changements d'humidité de l'atmosphère ; qu'elles s'affaiblissent graduellement à mesure que le travail chimique dont elles sont capables se dépense ; qu'elles s'éteignent complètement quand il est épuisé et que les disques sont entièrement desséchés. L'humidité joue donc un rôle important dans ce mode de génération de l'électricité et, en tous cas, l'action chimique y est essentielle.

Cette remarque est générale. Pour réaliser une pile hydro-électrique, il faut et il suffit que deux surfaces conductrices, dont on réunit les extrémités par un fil conducteur, soient séparées par un milieu liquide ou simplement humide capable d'exercer sur ces surfaces des actions chimiques différentes de nature ou d'intensité. Le courant naît dès que l'action chimique commence ; il s'af-

faiblit ou s'exalte selon qu'elle augmente ou diminue ; il cesse dès qu'elle s'achève. Pour le produire et l'entretenir, il faut donc une dépense continue. Si la source de la force de la machine à vapeur est dans la houille que brûle son foyer, celle de l'énergie de la pile est dans le métal que brûlent les acides dans chacun de ses couples. Dans l'élément zinc—eau acidulée — cuivre, par exemple, la dépense se porte sur le zinc. La pile ne crée donc pas, elle transforme ; elle ne donne pas l'énergie électrique, elle la vend ; elle la vend même très cher. Dans l'état actuel de nos connaissances, la production industrielle de l'énergie électrique ne trouve pas sa solution dans les piles voltaïques.

De ces expériences purement qualitatives se dégagent deux conclusions pratiques.

On dépenserait en pure perte le travail chimique, si les corps solides qu'on plonge dans le liquide excitateur étaient tous deux le siège de réactions chimiques identiques en nature et en intensité. Il convient donc d'éviter cette identité en recourant à des corps hétérogènes et d'associer un conducteur inerte, tel que le charbon ou le platine, à un corps facilement attaqué tel que le zinc.

En outre, afin d'éviter l'altération rapide du liquide et par raison d'économie, il convient que l'action chimique ne commence qu'au moment où l'on veut établir le courant et qu'elle ne se prolonge plus dès qu'on le supprime. Or le zinc, dont l'emploi est général dans les piles, est rarement pur ; les corps étrangers qui s'y trouvent mêlés forment avec lui une infinité de petits couples voltaïques qui entrent en action dès que la lame plonge dans le liquide, donnant naissance à des courants locaux sans usage, à une fuite d'énergie électrique, et entraînant une dépense inutile. Pour l'empêcher, on se sert, dans la construction des piles, de zinc amalgamé. L'expérience montre, en effet, que le mercure empêche la formation de ces couples parasites : le zinc s'use alors très peu en circuit non fermé, et l'action chimique ne s'établit que lorsqu'on a besoin du courant.

Les premiers perfectionnements apportés à la pile de Volta sont la mise en pratique de ces remarques. L'observation ne tarda pas à en suggérer d'autres.

Fermons l'élément zinc amalgamé — eau acidulée — cuivre sur un galvanomètre. L'aiguille dévie et, après quelques oscillations, s'arrête dans une position d'équilibre. Mais elle ne reste pas longtemps stationnaire; on la voit revenir peu à peu vers sa position primitive. L'action déviatrice du courant, assez intense au début, va donc en diminuant rapidement. C'est là évidemment un inconvénient grave, qui interdirait une foule d'applications de cet appareil. Quelle est l'origine de cet affaiblissement?

On constate facilement qu'il suffit de démonter l'élément et de brosser fortement la lame de cuivre pour rendre au courant presque toute son action primitive. Il semble donc que l'affaiblissement constaté n'a pas uniquement pour cause l'appauvrissement du liquide excitateur, mais surtout le dépôt et l'adhérence à la surface du cuivre de quelque substance étrangère; ce dernier phénomène, en effet, serait éminemment propre à altérer l'essence même de la pile en modifiant la nature des surfaces en présence; on conçoit même qu'il pourrait, en renversant le sens du travail chimique, renverser celui du courant. Ce fut Becquerel qui étudia le premier, en 1829, les conséquences de cette altération. « La pile, dit-il, porte en elle-même la cause des diminutions qu'éprouve le courant électrique; car, dès l'instant qu'elle fonctionne, il s'opère des décompositions et des transports de substances qui *polarisent* les plaques de manière à produire un courant en sens inverse du premier. » Que faire pour l'éviter?

Les surfaces grenues et rugueuses reçoivent et conservent plus difficilement le dépôt d'une substance étrangère que les surfaces lisses et polies; remplaçons donc la lame de cuivre par une lame de platine, d'argent, de plomb, de charbon, recouverte au besoin d'une mince

couche de platine pulvérurent. Ce procédé *physique* a du bon; on y a recours en pratique et il vaut mieux que le procédé *mécanique* du nettoyage à la brosse : il améliore l'élément voltaïque, mais il ne le rend point parfait.

L'idéal serait de dissoudre les dépôts à mesure qu'ils se forment en engageant la substance nuisible dans une combinaison qui opère, d'une manière continue, le nettoyage *chimique* de la plaque positive. C'est la voie indiquée par Becquerel. En réalité, la substance nuisible est l'hydrogène; les liquides *dépolarisants*, destinés à le saisir au moment de sa formation et à le retenir captif, sont le plus souvent le sulfate de cuivre, l'acide nitrique, l'acide chromique; le moyen le plus simple que l'on emploie pour empêcher le liquide excitateur et le liquide dépolarisant de se mélanger, sans supprimer leur contact, est de les séparer par une paroi poreuse. Les *piles constantes à deux liquides* réalisent ces conditions. Leur nombre est considérable; et le choix qu'il convient de faire entre elles, dans un cas particulier, dépend de l'usage spécial que l'on a en vue. Nous ne les décrirons pas; il nous suffit d'en avoir indiqué le principe et d'en montrer l'application dans un exemple.

Dans l'élément ordinaire, cuivre — eau acidulée — zinc, la réaction qui s'opère est celle-ci : le radical SO_4 de l'acide sulfurique H_2SO_4 ronge le zinc, pour former du sulfate de zinc qui se dissout dans le vase; l'hydrogène H_2 se porte sur le cuivre, y adhère et tend à polariser l'élément. Séparons le vase en deux compartiments par une cloison perméable; plaçons dans la première l'eau acidulée et la lame de zinc, et dans la seconde une solution de sulfate de cuivre et la lame de cuivre. L'acide sulfurique H_2SO_4 se décompose comme tantôt; le radical SO_4 se précipite sur le zinc et le brûle; mais l'hydrogène H_2, mis en liberté, en cheminant vers la lame de cuivre, rencontre dans les pores de la paroi perméable le radical SO_4 provenant de la décomposition simultanée du sulfate de cuivre $CuSO_4$;

il s'unit à ce radical pour régénérer l'acide sulfurique H_2SO_4 du premier compartiment, pendant que le cuivre se dépose, dans le second, sur la lame de cuivre. Les deux métaux, zinc et cuivre, restent donc seuls en présence ; la polarisation est évitée; l'eau acidulée maintient son titre, mais au détriment de la solution de sulfate de cuivre qui s'appauvrit; la lame de zinc se ronge, et tout ce qu'elle perd passe dans la solution de sulfate de zinc; la lame de cuivre, au contraire, se recouvre d'un dépôt de cuivre. Le courant reste constant, mais l'élément finit par s'épuiser.

Supposons qu'il le soit ; que faire pour le régénérer? Remplacer la lame de zinc et renouveler les liquides? Le moyen est évidemment infaillible; mais ne pourrait-on pas forcer la lame de cuivre à se dissoudre à son tour, en reconstituant le sulfate de cuivre, et le sulfate de zinc à refaire la lame de zinc, en nous rendant l'eau acidulée? L'élément s'est épuisé en nous fournissant l'énergie électrique, ne pourrions-nous le régénérer en lui rendant ce qu'il nous a donné?

De fait, si nous réunissons la lame de cuivre de l'élément épuisé à la lame de zinc d'un élément frais, et inversement, le courant du nouvel élément en traversant l'ancien défait, l'expérience le montre, le travail chimique accompli tout à l'heure : le sulfate de zinc est réduit et le métal se dépose sur la lame de zinc, tandis que le cuivre rentre en solution à l'état de sulfate de cuivre; l'élément est régénéré. C'est un nouvel aspect du phénomène de polarisation; beaucoup de couples sont de la sorte *réversibles,* et l'on conçoit qu'il puisse être plus avantageux ou plus commode, dans bien des cas, de régénérer les éléments constitutifs d'une pile en utilisant une source économique d'énergie plutôt qu'en remplaçant ses métaux et ses liquides.

Ce fait d'expérience trouvera son développement dans l'étude *quantitative* des propriétés du courant, que nous pouvons aborder maintenant que nous disposons de *piles constantes.*

VI

L'année même de la découverte de la pile, Carlisle et Nicholson, en essayant de faire passer le courant à travers l'eau acidulée, constatèrent le dégagement, aux deux extrémités du conducteur, de petites bulles de gaz qui étaient de l'hydrogène et de l'oxygène : ils pensèrent avoir décomposé l'eau (1).

En 1808, Davy lança le courant d'une pile puissante à travers un bloc de potasse, et en retira un métal nouveau qu'il nomma le potassium.

Ces faits ne restèrent pas isolés, et on fut bientôt amené à partager les conducteurs du courant électrique en deux classes : ceux qui le conduisent sans se décomposer, et ceux qui se décomposent sur son passage. Ce sont les composés chimiques dissous ou fondus qui forment cette seconde catégorie. La plupart des liquides à l'état de pureté barrent la route à l'électricité, ou n'en subissent que très difficilement l'atteinte : tels sont l'alcool, l'acide chlorhydrique liquéfié, l'eau chimiquement pure, etc.

C'est à Faraday que l'on doit la terminologie et les lois de cette partie de la science. Il donna le nom d'*électrolyse* à cette décomposition des corps par le courant, celui d'*électrolyte* au corps décomposé, et celui d'*électrodes* aux deux conducteurs métalliques sur lesquels apparaissent les produits de la décomposition. Ceux-ci reçurent de Faraday le nom générique d'*ions*. L'ion qui *remonte le courant* se nomme l'*anion :* il se porte sur l'électrode positive qui prend le nom d'*anode;* l'ion qui *suit le*

(1) En réalité, le courant décompose l'acide H_2SO_4; H_2 se porte à l'un des bouts du conducteur; SO_4 se décompose en anhydride sulfurique SO_3, et en oxygène O. SO_3 réagit sur l'eau H_2O et reconstitue l'acide sulfurique H_2SO_4, pendant que l'oxygène O se dégage à l'autre bout du conducteur. Le résultat final est donc le même que si l'eau seule avait été décomposée, et si la présence de l'acide n'avait eu d'autre effet que de permettre au courant de passer, en rendant l'eau conductrice.

courant s'appelle le *cathion :* il se porte sur l'électrode négative ou *cathode* (1).

L'électrolyse des corps dissous se fait à l'aide du *voltamètre :* c'est une cuve qui contient l'électrolyte et dont les parois laissent passer les électrodes, que l'on prend en platine à cause de l'inaltérabilité de ce métal en présence de la plupart des autres corps. Si l'un des ions ou tous les deux sont des gaz, on coiffe les électrodes d'éprouvettes graduées destinées à les recevoir.

Intercalons un voltamètre sur le trajet d'un conducteur traversé, dans un sens déterminé, par le courant d'une pile constante : l'électrolyse se produit, nous le supposons. Si elle donne lieu seulement à une réaction chimique de formule bien déterminée, on constate que *les poids de substance décomposée sont proportionnels au temps pendant lequel a lieu la décomposition, quelle que soit la position donnée au voltamètre sur le trajet du conducteur.*

Toutes choses égales d'ailleurs, les poids de substance décomposée par le courant d'une pile donnée varient avec la nature du conducteur qui relie les pôles de la pile aux électrodes du voltamètre; et pour un conducteur de nature donnée, ces poids croissent quand on diminue la longueur du conducteur ou quand on augmente sa section.

Il suit de là que la *rapidité* plus ou moins grande de la décomposition chimique d'un électrolyte convenable, intercalé n'importe où sur le trajet d'un conducteur déterminé parcouru par le courant d'une pile également déterminée, est une *qualité caractérisque de ce courant.*

(1) Voici quelques exemples : Électrolyse des *hydracides :* HCl, H cathion, Cl anion; électrolyse des *sels correspondants :* NaCl, Na cathion, Cl anion; électrolyse des *oxacides :* H_2SO_4, H_2 cathion, $SO_4 = SO_3 + O$ anion ; électrolyse des *oxysels :* $CuSO_4$, Cu cathion, $SO_4 = SO_3 + O$ anion ; électrolyse des *hydroxydes basiques :* NaOH, Na et H cathions, O anion. Souvent le vrai résultat de l'électrolyse est masqué par des réactions secondaires : ainsi dans l'électrolyse d'une solution de NaCl, Na mis en liberté réagit sur l'eau d'après l'équation $Na + H_2O = NaOH + H$: de l'hydrogène se dégage. Voir aussi la note précédente.

On a fait correspondre à cette qualité une quantité qui la représente, et qui a reçu le nom d'*intensité chimique* du courant. Le poids d'un des ions déposés par l'électrolyse d'une substance déterminée, pendant une seconde, sert à la définir numériquement. Si nous prenons, par exemple, pour unité d'intensité chimique l'intensité du courant qui dépose, en une seconde, p grammes d'argent par l'électrolyse d'un sel dissous de ce métal, le nombre qui mesurera l'intensité d'un courant quelconque rapportée à cette unité sera le quotient, par le nombre p, du nombre P qui mesure en grammes le poids d'argent déposé en une seconde, dans les mêmes conditions, par le courant à mesurer.

Un voltamètre, une montre à secondes et une balance constituent donc un *intensimètre chimique* des courants : on peut, à l'aide de ces appareils, comparer les courants au point de vue de leurs intensités, et attacher à chacune de celles-ci un nombre qui la représente.

Cette méthode de mesure, où l'on pèse pour ainsi dire l'intensité des courants, bénéficie des qualités de grande précision de la balance : théoriquement elle est excellente; mais elle ne peut sortir des laboratoires. Elle se recommande mal, en effet, pour les usages industriels, parce qu'il lui manque la rapidité et la simplicité nécessaires à tout procédé de mesure usuel.

Cherchons donc, parmi les autres phénomènes qui accompagnent le courant, une voie plus directe; car chacun d'eux, physique, mécanique ou chimique, peut servir de mesure.

Enlevons le voltamètre, et intercalons un galvanomètre dans le circuit : l'aiguille est déviée, oscille et s'arrête dans une position déterminée, faisant avec sa position primitive un angle d. Toutes choses égales d'ailleurs, cette déviation est la même quel que soit l'endroit du circuit où l'on intercale le galvanomètre ; mais elle change avec la nature du conducteur qui relie les pôles de la pile aux bornes du galvanomètre ; et pour

un conducteur de nature donnée, la déviation croît quand on diminue la longueur du conducteur ou quand on augmente sa section. En d'autres termes, le galvanomètre se comporte absolument comme le voltamètre; les considérations qui précédent lui sont applicables et conduisent à la conception d'une quantité que l'on a appelée l'*intensité électromagnétique* du courant, et d'une *unité d'intensité électromagnétique* qu'une déviation déterminée de l'aiguille d'un galvanomètre déterminé sert à définir numériquement.

L'expérience montre que l'intensité électromagnétique d'un courant est proportionnelle à son intensité chimique.

Sans entrer dans des développements qui ne peuvent trouver place ici (1), et en laissant de côté toute considération théorique, nous nous bornerons à dire que l'unité *pratique* électromagnétique d'intensité, adoptée par les électriciens, est l'intensité du courant capable de déposer, en une seconde, $1^{mgr},118$ d'argent, par l'électrolyse d'un sel dissous de ce métal. Cette unité a reçu le nom d'*ampère*. L'intensité d'un courant s'exprime donc en ampères, comme une longueur se traduit en mètres, et un poids en grammes ; on dit : un courant de 10, de 20 ampères, et cela signifie : un courant capable de déposer en une seconde 10 fois, 20 fois $1^{mgr},118$ d'argent, d'un sel de ce métal.

(1) Considérons un conducteur circulaire de rayon r et de longueur $l = 2\pi r$, traversé par un courant d'intensité i, et un pôle magnétique de masse m placé au centre. La force mécanique exercée sur le pôle s'exprime par la formule $F = K \frac{mil}{r^2}$: elle est proportionnelle à m, à i et à l, et inversement proportionnelle au carré de r. On définit l'unité électromagnétique CGS d'intensité comme l'intensité d'un courant qui produit, dans l'air, par centimètre de longueur d'une circonférence d'un rayon égal à un centimètre, une force égale à une dyne (unité de force CGS, équivalant à peu près au milligramme) sur un pôle égal à l'unité placé au centre du cercle. Cette définition fixe à 1 la valeur du coefficient K dans l'air. L'expérience montre que F est indépendant de la nature du milieu ambiant dans lequel se passe cette action : K est donc une constante numérique égale à 1 dans tout milieu. L'unité *pratique* électromagnétique d'intensité, ou l'*ampère*, est le dixième de cette unité théorique.

Les courants de faible intensité, employés en télégraphie, en électrothérapie, etc., sont mesurés généralement en *milliampères*, c'est-à-dire en millièmes d'ampères.

On construit des galvanomètres industriels gradués en ampères. Un index, emporté par l'aiguille aimantée, marque sur le cadran de la graduation le nombre d'ampères qui mesure l'intensité du courant traversant le circuit. Ces appareils ont reçu le nom d'*ampèremètres*. Ils se placent directement sur le circuit principal, de manière que tout le courant à mesurer les traverse : une telle disposition porte le nom de *disposition en série*. Elle exige que le fil de la bobine de l'ampèremètre soit court et gros, afin de troubler le moins possible, par son intercalation dans le circuit, la valeur de l'intensité à mesurer. La nécessité de cette condition ressort de l'influence de la longueur et de la section du conducteur sur l'intensité du courant, influence que nous avons signalée déjà et que nous étudierons tantôt de plus près.

L'ampèremètre remplace donc à lui seul, dans les usages industriels et au point de vue de la mesure de l'intensité, le voltamètre, la montre à secondes et la balance des laboratoires ; il nous renseigne, à chaque instant, sur l'intensité actuelle du courant : un coup d'œil jeté sur l'index suffit à recueillir ce renseignement, comme un coup d'œil jeté sur le cadran d'un dynamomètre convenablement gradué suffit à nous renseigner sur le poids du corps qu'on y a suspendu. L'ampèremètre nous dit de plus, par le repos ou le déplacement de l'index, si le courant reste constant ou s'il varie, et dans quel sens. Le voltamètre, au contraire, qui *totalise* l'action du courant pendant un temps t, ne saurait renseigner, dans le cas d'un courant variable, que sur l'intensité moyenne du courant pendant ce temps ; mais sa fonction de totaliseur le rend précieux à un autre point de vue : il va nous conduire à une nouvelle notion de la *quantité d'électricité*.

VII

Entre deux points quelconques A et B du conducteur interpolaire d'une pile donnée, établissons une *dérivation*, en sorte que le circuit se bifurque en A et que les deux branches de la bifurcation se réunissent en B. Intercalons un voltamètre V entre le pôle positif de la pile et le point A ; intercalons de même deux voltamètres V_1 et V_2 sur les branches de la bifurcation. Ces trois voltamètres contiennent un même électrolyte, que nous supposerons être un sel d'argent ; la pile fournit un courant dont l'intensité est mesurée par un ampèremètre intercalé dans le circuit avant ou après la bifurcation.

L'expérience montre que le poids total de l'argent déposé dans les deux voltamètres V_1 et V_2, en un temps déterminé, est égal au poids de l'argent déposé dans le voltamètre V, pendant le même temps. Doublons, triplons l'intensité du courant, ou faisons-la tomber à la moitié, au tiers de ce qu'elle était, en choisissant convenablement les fils conducteurs : le poids de l'argent déposé dans chaque voltamètre sera doublé, triplé, ou réduit à la moitié, au tiers ; et toujours la somme des poids correspondants aux voltamètres V_1 et V_2 sera égal au poids correspondant au voltamètre V.

L'image hydrodynamique du courant nous suggère une représentation symbolique très simple de cette expérience caractéristique. Tout s'y passe comme si des *quantités d'électricité,* analogues à celles d'un fluide matériel, passaient, dans un temps donné, à travers le conducteur, se bifurquant en A, se réunissant en B, et dans chacune des portions du circuit déposaient des poids d'argent qui leur seraient proportionnels. Dans cette assimilation, l'intensité du courant devient le *débit* du fluide : elle correspond à la quantité d'électricité qui traverse le circuit en l'unité de temps.

En adoptant cette conception, on a défini l'*unité pratique de quantité* d'électricité, la quantité d'électricité qui est supposée passer par un conducteur, pendant une seconde, quand ce conducteur est traversé par le courant d'un ampère. Cette unité a reçu le nom de *coulomb*. La quantité d'électricité débitée par un courant s'exprime donc en coulombs ; on dit : trois mille coulombs ont traversé le circuit d'une pile en cinq minutes, et cela signifie que ce courant, employé à l'électrolyse d'un sel d'argent dissous, aurait déposé trois mille fois $1^{mgr},118$ d'argent en cinq minutes, ou dix fois $1^{mgr},118$ en une seconde ; son intensité était donc de dix ampères.

D'une façon générale, les poids de substance décomposée par un courant étant proportionnels à l'intensité du courant et au temps pendant lequel il passe, on voit que le nombre Q de coulombs qui ont traversé en t secondes un circuit parcouru par un courant d'intensité égale à i ampères, sera donné par l'expression $Q = it$. La *quantité* est donc à l'*intensité* ce que l'espace parcouru pendant un temps t, dans le mouvement uniforme, est à la vitesse du mobile : la quantité est une *intensité-temps*.

Ce langage bizarre, mais expressif, est entré dans la pratique où l'on adopte des unités de quantité dérivées de l'unité d'intensité. Un coulomb étant considéré comme un *ampère-seconde,* 3600 coulombs deviendront un *ampère-heure;* et les électriciens parleront d'un débit électrique en ampèreheures, comme les hydrauliciens parlent d'un débit d'eau en mètres cubes par minute.

Un ampèremètre mesurant l'intensité, et une montre à secondes mesurant le temps fournissent les deux facteurs du produit qui se traduit en coulombs. Toutefois, on construit des instruments appelés *compteurs de quantité* ou *coulombmètres* qui opèrent et enregistrent automatiquement ce produit. Intercalés *en série* sur le circuit, de manière que tout le courant les traverse, ces appareils indiquent la quantité d'électricité qui a passé pendant un temps donné,

de la même manière qu'un compteur d'eau ou de gaz indique la quantité de fluide qui l'a traversé.

Le voltamètre peut évidemment servir de coulombmètre. Supposons que ses électrodes soient en cuivre et qu'on le remplisse d'une solution de sulfate de cuivre ; intercalons-le sur le circuit dont nous voulons étudier le débit. Pendant le passage du courant, l'anode se dissout, et la cathode se recouvre d'un dépôt de cuivre qui lui fait gagner en poids tout ce que perd la première lame. Chaque coulomb traversant l'appareil produit un dépôt de 0,0003261 gramme de cuivre; en sorte que la première lame perd un gramme, et que la seconde en gagne autant quand 3066 coulombs ont passé. Il suffira donc de peser l'une des lames après le temps t : un gain ou une perte en poids de p grammes indiquera que 3066 fois p coulombs ont traversé le circuit pendant le temps t.

Il n'est pas inutile de remarquer que l'unité de quantité d'électricité statique, que nous avons fait connaître au début de cet article en nous basant sur les lois de Coulomb, diffère essentiellement de l'unité de quantité d'électricité dynamique que nous venons de définir. La première conception a introduit, dans la définition, la notion d'une *distance;* la seconde y a mis celle d'un *temps*. Il était intéressant de chercher à rattacher ces deux notions en mesurant une même quantité d'électricité successivement dans les deux systèmes. On y est parvenu en s'adressant au phénomène *frontière* qui relie directement l'électricité statique à l'électricité dynamique et tient à la fois de l'une et de l'autre, c'est-à-dire à la production, pendant un temps déterminé très court, d'un courant d'une intensité mesurée au moyen d'un galvanomètre spécial, dans le fil qui réunit deux conducteurs chargés, à des potentiels différents, de quantités d'électricité statique déterminées. On a trouvé que le coulomb était 3 107 400 000 fois plus grand que l'unité de quantité d'électricité statique (1). Ce

(1) Le coulomb valant un dixième d'unité CGS de quantité, le rapport de

nombre est la moyenne de plusieurs déterminations. Sans nous arrêter ici à sa valeur particulière, nous attirerons l'attention sur sa grandeur.

Nous avons vu que les machines électrostatiques à plateau de verre fournissent l'électricité à haute tension ; aussi abandonne-t-elle avec éclat les corps qui la supportent, brisant ce qui s'oppose à son passage. En revanche, elles fournissent l'électricité en si faible quantité qu'en les déchargeant à travers un galvanomètre elles ne provoquent qu'une déviation presque inappréciable de l'aiguille aimantée. Il fallait donc, en électricité statique, une unité de quantité fort petite pour qu'elle fût proportionnée aux quantités à mesurer. La pile, au contraire, fournit l'électricité sous faible tension ; aussi l'électricité dynamique n'agit-elle sur les corps que comme en passant d'une molécule à l'autre, et franchit-elle difficilement de grandes distances d'air. En revanche, la pile fournit l'électricité en très grande quantité ; de là la nécessité de choisir une unité pratique de quantité beaucoup plus grande que la première, afin qu'elle fût, elle aussi, proportionnée à l'usage auquel on la destinait.

VIII

Nous avons reconnu déjà que la pile elle-même est le siège de phénomènes identiques à ceux qui se produisent dans le circuit extérieur. Pendant que le courant décompose, dans un voltamètre intercalé dans ce circuit, l'électrolyte dont on l'a rempli, un travail chimique analogue se produit dans la pile.

L'expérience montre que le travail intérieur n'est ni

l'unité électromagnétique CGS de quantité à l'unité électrostatique de quantité est 31 074 000 000, soit $3 \cdot 10^{10}$. L'interprétation physique de ce curieux coefficient, qui exprime en centimètres, unité CGS de longueur, la *vitesse de la lumière*, conduit à un rapprochement des phénomènes électriques et des phénomènes lumineux.

plus ni moins intense que le travail extérieur : ainsi le poids d'hydrogène dégagé dans la pile pendant un temps t est égal à celui qui se dégage dans le voltamètre à eau acidulée pendant le même temps.

En outre la quantité d'électricité qui dégage, dans un voltamètre qu'elle traverse, un équivalent d'hydrogène, est capable de mettre en liberté un équivalent d'un élément quelconque extrait d'un électrolyte.

On entend ici par équivalent le poids atomique divisé par le nombre qui représente la valence de l'élément dans la combinaison soumise à l'électrolyse. La loi, énoncée pour les corps simples, s'étend aux radicaux. Le mot équivalent désigne alors la somme des poids atomiques du radical divisée par le nombre qui représente sa valence.

Le passage d'un coulomb à travers un voltamètre contenant de l'eau acidulée dégage 0,000 010 352 grammes d'hydrogène : ce nombre prend le nom d'*équivalent électrochimique* de l'hydrogène. On obtient les équivalents électrochimiques des autres éléments en multipliant par ce nombre le quotient de leurs poids atomiques par leurs valences dans le composé considéré. Supposons, par exemple, que l'on soumette à l'électrolyse une solution de chlorure cuivrique $CuCl_2$. Le poids atomique du cuivre est 63, sa valence dans le composé $CuCl_2$ est 2 ; le quotient de ces deux nombres est 31,5 : l'équivalent électrochimique du cuivre est donc ici $31,5 \times 0,000\,010\,352$, ou 0,000 3261 ; et ce nombre représente, en grammes, le poids du cuivre déposé par le passage d'un coulomb à travers cet électrolyte. Un courant de i ampères, maintenu pendant t secondes, en déposerait it fois plus.

Nous avons vu que le travail chimique intérieur dont une pile est le siège la modifie essentiellement, et nous avons dû lutter contre cette modification qui tend à *polariser* la pile. Quel effet produit, sur le voltamètre, le travail chimique qui s'y accomplit ?

Volta, et plus tard Erman, ont reconnu qu'une bande de papier humide conserve pendant quelque temps les propriétés électriques qu'elle a acquises en fermant le circuit d'une pile. Ritter soumit à l'action d'une pile voltaïque une autre pile à colonne, formée de disques d'un même métal séparés par des rondelles de carton humide. Après un certain temps, il sépara les deux piles et constata qu'en réunissant les extrémités de la seconde par un conducteur, on obtenait un courant.

Partons de ces observations pour étudier la transformation que subit un voltamètre sous l'action du courant qui l'a traversé.

Extérieurement un voltamètre, rempli par exemple d'eau acidulée, ressemble à une pile ; il n'en est pas une cependant, puisque ses deux électrodes sont de même nature et ne présentent entre elles, nous le supposons, aucune différence physique. En le fermant sur un galvanomètre, avant de l'introduire dans le circuit d'une pile, nous constatons, en effet, qu'il est parfaitement inerte.

Mettons-le en communication avec la pile : le courant le traverse, en allant de l'électrode positive A à l'électrode négative B. Laissons l'électrolyse se produire pendant un certain temps ; séparons ensuite le voltamètre de la pile et relions-le au galvanomètre : cette fois l'aiguille dévie et indique l'existence d'un courant permanent qui marche, dans le *circuit extérieur*, de A vers B, c'est-à-dire *en sens inverse du premier*.

Le simple passage du courant a donc transformé le voltamètre en une véritable pile, capable de fournir un courant que la reconstitution de l'électrolyte entretient pendant un certain temps. Les deux électrodes de platine, identiques au début, ont subi des altérations superficielles qui les différencient maintenant : l'électrode A est devenue plus ou moins analogue au cuivre, et l'électrode B au zinc de l'élément voltaïque. Au fond, c'est bien le même phénomène de *polarisation* constaté dans la pile elle-même,

avec cette différence capitale qu'il constituait, dans la pile, un grave inconvénient dont nous avons cherché à nous débarrasser, et qu'il se présente ici sous un aspect différent qui rappelle ce que nous avons dit des piles *réversibles,* et laisse entrevoir la possibilité d'en tirer profit. C'est, en effet, ce que l'on a fait.

On donne à un *voltamètre polarisé* le nom de *pile secondaire :* la pile à gaz, oxygène et hydrogène, de Grove en est un exemple, mais ne présentant qu'un intérêt scientifique. La pile à lames de plomb immergées dans de l'eau acidulée par l'acide sulfurique, imaginée par Planté, en est un second exemple que l'on a su rendre éminemment utile.

Sous l'action du courant du générateur auquel on les réunit, les lames de plomb se transforment et se différencient. L'oxygène provenant de la décomposition de l'eau acidulée se porte sur la plaque positive, la brûle et recouvre sa surface d'une couche de peroxyde de plomb. En même temps, l'hydrogène se dégage sur la lame négative, après avoir réduit l'oxyde de plomb dont elle s'était couverte au contact de l'air. Le voltamètre est *chargé* quand l'oxygène cesse son travail d'oxydation, et se dégage sur la lame positive. Rompons les communications avec le générateur : nous pourrons garder pendant un certain temps ce voltamètre ouvert, comme on garde une bouteille de Leyde chargée, et obtenir, quand nous le voudrons, le courant temporaire qu'il est capable de produire, en fermant son circuit par un conducteur. On voit que c'est surtout pour faire des *réserves d'énergie électrique* que cette pile secondaire est utile. Elle va s'épuiser évidemment, comme toutes les autres, en travaillant; mais nous disposons d'un moyen de la reconstituer : c'est de la soumettre de nouveau, pendant quelque temps, à l'action du générateur.

Pendant la décharge, en effet, la couche de peroxyde de plomb recouvrant la lame qui joue maintenant le rôle

de pôle négatif, se transforme en protoxyde de plomb ; l'oxygène abandonné oxyde la lame positive, et toutes deux se recouvrent ensuite, sous l'action de l'acide sulfurique du bain, de sulfate de plomb. A ce moment le voltamètre est déchargé. Relions-le au générateur : ces couches de sulfate de plomb se décomposeront tout d'abord pour régénérer l'acide sulfurique du bain ; puis se reproduiront les actions que nous avons décrites en parlant de la première charge, en sorte que le voltamètre redeviendra capable de fournir un courant.

Il n'entre pas dans le cadre de cet article de pousser plus loin l'étude des piles secondaires ; il nous suffit d'en avoir indiqué le principe ; l'industrie l'applique aujourd'hui, dans des conditions variées, à la construction des *accumulateurs*. On se ferait une fausse idée de ces appareils si l'on s'imaginait qu'on y verse l'électricité comme l'eau dans un réservoir. On y accumule simplement, en dépensant de l'énergie électrique, une certaine somme d'énergie chimique capable de se transformer à son tour en énergie électrique.

IX

Nous avons eu l'occasion de constater que l'intensité du courant fourni par une pile déterminée varie avec la nature du conducteur interpolaire et que, pour un même métal fournissant le conducteur, cette intensité est d'autant plus grande que le conducteur est moins long et plus gros.

On peut concevoir l'intensité du courant produit par une pile donnée, dans un conducteur donné, comme résultant de l'action d'une cause déterminée, dont la nature et le mode nous échappent, sur la matière du conducteur. L'expérience nous amène donc à douer la matière du conducteur de qualités physiques particulières, dépendant de sa nature et de ses dimensions, qui la rendent

plus ou moins apte à subir cette action. L'ensemble de ces qualités dont jouit la matière au point de vue électrique, a été caractérisé par le nom de *résistance électrique.*

Nous avons vu que la pile elle-même était, au point de vue de l'intensité du courant, le siège de phénomènes identiques à ceux qui se passent dans le conducteur. On peut donc considérer la cause qui, dans la pile, produit le courant, comme agissant non seulement sur la matière du conducteur mais sur celle de la pile, pour produire dans le circuit total un courant d'intensité donnée. On peut donc dire que la pile, aussi bien que le conducteur interpolaire, a une résistance électrique déterminée : on l'appelle *résistance intérieure,* pour la distinguer de celle du fil. C'est de la résistance intérieure que dépend, pour des piles identiques en composition mais de dimensions différentes, l'intensité du courant produit dans un même conducteur extérieur.

L'image hydrodynamique peut servir à éclaircir ces notions.

Lorsqu'un courant d'eau mû par une pompe circule dans un tube, il éprouve une certaine *résistance* à se mouvoir ; cette résistance provient des frottements qui s'exerçent entre l'eau en mouvement, les parois du tube, les matières, le sable, la boue qui peuvent plus ou moins lui barrer le passage ; elle croît certainement, toutes choses égales d'ailleurs, quand le tube s'allonge ; elle croît encore quand il se rétrécit, et le débit en est évidemment affecté. Eh bien, nous nous représentons d'une manière tout à fait analogue l'influence du conducteur et de la pile elle-même sur l'intensité du courant, et nous empruntons à cette image les termes qui nous servent à exprimer ce que l'expérience nous apprend de cette influence.

Pouillet a constaté expérimentalement en faisant varier, pour une même pile, la longueur, la section et la nature du fil conducteur, que l'intensité du courant obtenu était proportionnelle à la section s du fil, inversement propor-

tionnelle à sa longueur l et variait avec la nature du fil (1). Dans ces expériences, la cause productrice du courant restant invariable, la qualité de la matière du conducteur que nous avons appelée sa résistance électrique est directement reliée à l'intensité du courant. Nous dirons que deux conducteurs ont la même résistance électrique lorsque, sous l'action d'une même cause, ils deviennent le siège de courants de même intensité ; que la résistance d'un conducteur est double, triple de celle d'un autre conducteur, lorsque, dans les mêmes conditions, l'intensité du courant qui traverse le premier conducteur est la moitié, le tiers de l'intensité du courant qui passe dans le second. En d'autres termes, et d'une façon générale : la résistance d'un conducteur est inversement proportionnelle à l'intensité du courant qui le traverse sous l'action d'une cause donnée productrice de courant (2) ; comme la résistance d'une conduite d'eau est, toutes choses égales d'ailleurs, en raison inverse du débit.

On conçoit la possibilité de choisir et de réaliser une *unité de résistance;* ce sera la résistance d'un conducteur de nature, de longueur et de section déterminées qui, sous l'action d'une cause donnée, sera parcouru par un courant d'intensité déterminée. Les résistances des autres conducteurs pourront s'exprimer numériquement en fonction de cette unité.

L'unité pratique de résistance adoptée par les électriciens est la résistance d'une colonne de mercure de 1 millimètre carré de section et de 106 centimètres de longueur à 0° C. Cette unité a reçu le nom d'*ohm*. Pour donner une idée de sa grandeur, nous dirons qu'un fil de cuivre recuit, de 50 mètres de longueur et de 1 millimètre de diamètre, a une résistance de 1 ohm.

On appelle *résistance spécifique* d'une substance donnée, la résistance, mesurée en ohms, d'un centimètre cube de

(1) On a donc $I = K\, s : l$.
(2) On a donc $R = R_0 l : s$, R_0 représentant la *résistance spécifique*.

cette substance à 0° C. La résistance spécifique du cuivre recuit est 1,616 microhms ou millionièmes d'ohm. L'inverse de la résistance spécifique d'une substance s'appelle sa *conductibilité*.

En général, les métaux conduisent bien, mais inégalement, le courant; c'est ainsi qu'ils se comportent aussi vis-à-vis de la chaleur. L'argent tient la tête des bons conducteurs électriques : théoriquement il est le plus parfait, non seulement à cause de sa faible résistance spécifique, mais parce qu'il s'oxyde difficilement, et que son oxyde d'ailleurs n'est pas isolant. Pratiquement, son prix élevé n'en permet pas l'usage courant.

Le cuivre se rapproche beaucoup de l'argent, il l'égale même quand il est à l'état de pureté absolue, tel que le fournit l'électrolyse. Mais son oxyde possède la fâcheuse propriété d'être isolant; les fils de cuivre mal désoxydés sont comparables à des conduites d'eau plus ou moins obstruées : leur masse est en quelque sorte remplie de particules isolantes qui sont autant d'obstacles au courant, et en font des conducteurs médiocres; c'est ce qui a empêché, pendant longtemps, de se rendre compte des bonnes qualités de ce métal. Malheureusement, il est très ductile : les fils de cuivre tendus s'allongent sous leur poids et s'amincissent, ce qui augmente leur résistance et les expose à la rupture. On lutte avec succès contre ce défaut en durcissant le fil, soit par un écrouissage spécial, soit par le mélange de certains métalloïdes qui aident à sa désoxydation et augmentent sa ténacité; de là l'emploi, très fréquent aujourd'hui, des conducteurs en bronze phosphoreux et siliceux dans l'établissement des lignes aériennes.

A égalité de longueur et de section, les résistances des liquides sont beaucoup plus élevées que celles des métaux. Ils conduisent également beaucoup moins bien la chaleur. L'eau pure, qui conduit très bien l'électricité à haute tension des machines statiques, est un très bon isolant pour l'électricité à faible tension des piles voltaïques.

Les gaz conduisent plus mal encore l'électricité que les liquides; et ils se comportent de la même façon vis-à-vis de la chaleur.

La résistance intérieure d'une pile dépend de la nature des liquides qu'elle renferme, de l'épaisseur des couches liquides que le courant doit traverser, et de la surface des plaques polaires qui détermine la section du conducteur intérieur. Toutes choses égales d'ailleurs, on diminue cette résistance en donnant aux plaques la plus grande surface possible et en les rapprochant l'une de l'autre autant qu'on le peut. Dans une pile dont les éléments sont réunis *en tension,* les résistances intérieures de chaque élément s'ajoutent pour donner la résistance intérieure totale de la pile; celle-ci est donc proportionnelle au nombre des éléments. Dans une pile dont les éléments sont réunis *en quantité,* la résistance n'est plus que celle d'un des éléments divisée par leur nombre.

Les variations de température d'un conducteur modifient temporairement sa conductibilité. En général, la résistance des métaux (argent, cuivre, fer, etc.) croît quand la température s'élève; c'est le contraire pour le charbon. Le filament de charbon d'une lampe à incandescence de 16 bougies présente, à chaud, une résistance de 150 ohms environ; sa résistance à froid est voisine de 300 ohms. Les électrolytes conduisent également mieux l'électricité quand leur température est plus élevée.

Il existe des alliages dont la résistance est peu sensible aux variations de température; on les emploie dans la construction des *boîtes de résistance* et des *rhéostats.*

Les boîtes de résistance sont des séries de bobines de fils médiocrement conducteurs, dont les résistances, mesurées en ohms, sont connues, et que l'on peut introduire aisément dans un circuit donné : elles jouent, en électricité, un rôle analogue à celui des séries de poids dans les pesées. Les rhéostats sont des appareils qui per-

mettent de faire varier, d'une manière continue, la résistance d'un circuit en y intercalant des longueurs continûment variables d'un fil résistant ; leur fonctionnement est analogue à celui de la *balance romaine,* où le déplacement d'un poids, le long du fléau, fait varier d'une manière continue le moment de ce poids. Dans les mesures précises, il faut tenir compte des changements qu'éprouvent les résistances spécifiques par suite des variations de température, comme on tient compte, dans les pesées précises, de la poussée de l'air et, par suite, des changements de volume dûs à la température variable des poids.

On a constaté, dans ces dernières années, que le sélénium possède la propriété singulière de changer de résistance électrique sous l'action de la lumière. Le sélénium fondu ou vitreux conduit très mal l'électricité : sa résistance spécifique est $3,8 \times 10^{10}$ fois celle du cuivre. Mais quand il est recuit avec soin, il prend une structure cristalline et sa résistance électrique est de beaucoup réduite. C'est sous cette forme surtout qu'il se montre sensible à l'action de la lumière. Graham Bell et Sumner Tainter ont utilisé cette propriété pour créer le *photophone.*

Enfin lorsque plusieurs conducteurs sont placés bout à bout et réunis par des pinces ou des vis de pression, leur résistance totale n'est pas égale à la somme de leurs résistances partielles : il faut y ajouter celle qui dépend des contacts imparfaits entre deux conducteurs adjacents. Cette *résistance de contact* peut varier, avec la pression, de l'infini à une très petite fraction d'ohm. C'est sur les variations de résistance en des points de contact imparfait qu'est fondé le *microphone.*

X

Il ne suffit pas d'avoir constaté que la pile est, dans le conducteur qui réunit ses pôles, la cause du courant électrique qui le traverse, et que l'action de cette cause rencontre, dans le fil, une certaine résistance dont dépend l'intensité du courant ; il faut chercher à se faire une idée nette de cette *cause productrice du courant,* et à la représenter numériquement. Comment pouvons-nous la mesurer? Et quelle relation la relie à la *résistance* du conducteur et à l'*intensité* du courant qu'elle y fait naître?

L'analogie que nous avons établie entre une pile ouverte et une bouteille de Leyde chargée, jointe à l'identité des phénomènes qui accompagnent la décharge d'un condensateur et de ceux qui caractérisent le courant d'une pile fermée sur elle-même, nous ont conduit à admettre que la cause immédiate de l'*établissement* du courant peut être considérée comme due à la différence de potentiel que présentent les pôles de la pile ouverte. Si l'expérience nous montrait que cette différence de potentiel existe encore quand la pile est fermée, et qu'on la retrouve répartie d'une manière continue le long du fil interpolaire, nous serions amenés à y voir la cause immédiate du *maintien* du courant, et à attribuer au travail chimique, dépensé au sein de la pile, la propriété de créer et de conserver le long du circuit cette distribution des potentiels, incompatible avec l'équilibre électrique.

C'est en 1827 que la loi de la génération du courant électrique dans un conducteur fut donnée par Ohm (1787-1854), à la suite de considérations théoriques qui s'inspiraient des travaux de Fourier sur la chaleur, et qui reposaient sur une analogie établie entre la chaleur et l'électricité. Quelques années plus tard, Pouillet établit la même loi par des recherches purement expérimentales; c'est cette voie que nous suivrons.

Imaginons que l'on promène, le long du fil homogène et de diamètre constant qui forme le conducteur d'une pile donnée, depuis son pôle positif jusqu'à son pôle négatif, l'extrémité d'un fil long et fin dont l'autre bout touche une sphère isolée ou un condensateur, dont nous mesurerons successivement le potentiel. Nous constaterons que ce potentiel, qui est, dans chaque expérience, celui du point du conducteur interpolaire d'où part le fil long et fin qui aboutit au condensateur, va en décroissant régulièrement. La pile fermée sur elle-même présente donc, comme la pile ouverte, une différence de potentiel électrostatique entre ses deux pôles, et cette différence se répartit d'une manière continue tout le long du fil interpolaire ; en sorte qu'entre deux points A et B de ce fil la différence de potentiel est proportionnelle à la longueur et, par suite, à la résistance de la portion A B du conducteur. C'est ainsi que tout le long d'une conduite d'eau, de diamètre constant, à travers laquelle le liquide s'écoule, il y a perte de charge proportionnelle à la longueur et, par conséquent, à la résistance de la conduite.

Cette propriété est capitale : elle n'achève pas seulement d'identifier ces deux genres de phénomènes électrostatiques et électrodynamiques, mais elle montre en outre que ces deux espèces de manifestations sont inséparables.

Soient V_1 et V_2 les potentiels des points A et B du conducteur interpolaire ; soit r la résistance de la portion de fil AB, et soit i l'intensité du courant qui la traverse. L'expérience montre que l'intensité i est proportionnelle à la différence des potentiels V_1 et V_2, et en raison inverse de la résistance r du segment AB. C'est ainsi que le débit, dans une portion de conduite d'eau, est proportionnel à la différence de niveau entre ses extrémités et en raison inverse de sa résistance.

Cette différence de potentiel, que l'expérience nous fait découvrir entre deux points quelconques du conducteur,

peut être considérée comme la cause immédiate qui produit le courant dans cette portion du fil, par analogie avec ce qui se passe dans une conduite d'eau ; en sorte que si ces deux points sont les pôles mêmes de la pile, la différence de potentiel qui s'y manifeste, la pile étant fermée, peut être considérée comme la cause immédiate qui produit le courant dans tout le conducteur interpolaire.

Représentons par e cette différence de potentiel, par R la résistance extérieure et par i l'intensité du courant; l'expérience précédente se traduira par l'expression $i = Ke : R$, K étant un facteur numérique qui dépend du choix des unités ; ou encore par $e = H\,i R$, H étant l'inverse de K.

Cette relation nous permet de définir l'*unité pratique de différence de potentiel*. C'est la différence de potentiel capable de produire, dans un conducteur de résistance égale à un ohm, un courant d'une intensité égale à un ampère. Cette unité a reçu le nom de *volt;* les conditions qui servent à la définir fixent à 1 la valeur du facteur numérique H, et l'on a, dans ce système d'unités pratiques, $e = iR$.

Telle est l'expression de la *loi de Ohm*, qui rattache entre eux le nombre qui mesure la *cause* productrice du courant, celui qui traduit la part qui revient à la *résistance* du conducteur, siège de ce courant, et celui qui exprime l'*intensité* du courant produit dans ce conducteur.

Ainsi les mots *potentiel, différence de potentiel* n'ont pas dans la science électrique un sens plus mystérieux que les mots *niveau, différence de niveau* dans la science hydraulique. Les électriciens parlent d'une différence de potentiel de 100 volts, comme les hydrauliciens parlent d'une différence de niveau de 10 mètres; les uns diront qu'un régulateur à arc exige une différence de potentiel aux bornes de 60 volts, comme les autres diront qu'il faut une chute d'eau de 2 mètres pour faire tourner un moulin. Ce qui intéresse les hydrauliciens, ce n'est pas l'altitude *absolue*

des points extrêmes d'une chute d'eau, mais *leur différence de niveau :* une chute de 10 mètres a, en soi, pour eux la même valeur industrielle partout. De même, ce qui intéresse les électriciens, ce n'est pas de connaître la valeur absolue des potentiels aux pôles d'un générateur électrique, mais la différence de ces potentiels : une chute de 100 volts leur rend les mêmes services dans toutes les circonstances. En un mot, il y a symétrie parfaite entre les propriétés du niveau et celles du potentiel ; l'analogie est complète, mais... ce n'est qu'une analogie. Poussons-la plus loin.

On pourrait mesurer la différence de niveau entre deux points d'une conduite d'eau en établissant, entre ces deux points, un tube de dérivation opposant au mouvement du liquide une résistance considérable, afin qu'il n'y circule qu'une quantité très petite de liquide, insuffisante pour modifier l'allure de la circulation dans la conduite principale en y provoquant une perte de charge. Le *débit* dans la dérivation, qu'il faudrait faire longue et étroite, serait proportionnel à la différence de niveau que l'on veut mesurer.

Telle est la voie que les électriciens suivent pour mesurer la différence de potentiel entre deux points A et B d'un circuit. Ils intercalent sur une dérivation dont les extrémités aboutissent aux points A et B, un galvanomètre à fil très fin et très long, dont la bobine, par conséquent, présente une très grande résistance. La quantité d'électricité qui y circule en une seconde est extrêmement faible, insuffisante pour troubler l'allure du courant principal en provoquant une chute de potentiel entre A et B. Le débit électrique de cette dérivation, ou l'intensité du courant qui traverse le galvanomètre, est proportionnel à la différence de potentiel entre les points A et B, et l'aiguille la mesure par sa déviation. On gradue ces galvanomètres en *volts,* et ils prennent alors le nom de *voltmètres.*

Un coup d'œil jeté sur le cadran d'un voltmètre nous renseigne donc sur la *valeur relative* des potentiels établis à ces deux extrémités A et B, comme un coup d'œil jeté sur l'ampèremètre nous renseigne sur l'intensité du courant qui circule dans le conducteur principal. Ces deux indications introduites dans la relation $e = ir$ permettent de calculer, en ohms, la résistance r de la portion AB du circuit.

Le voltmètre peut servir à établir expérimentalement, dans un cours, toutes les propositions que nous avons rappelées en étudiant l'état électrique de la pile fermée.

Revenons encore une fois à la relation $e = ir$; et cherchons à étendre les considérations qui nous y ont conduit au *circuit total* formé par la pile elle-même et le fil interpolaire. Nous nous sommes représentés le courant électrique sous l'image de quantités d'électricité passant dans le fil dans un temps donné. L'intensité i du courant, ou son débit électrique, est partout le même : à l'intérieur de la pile, où elle s'accuse et se mesure par le travail chimique interne ; et à l'extérieur, dans le fil interpolaire, où elle se manifeste et se mesure par un travail chimique équivalent. D'autre part, la résistance intérieure ρ de la pile a une valeur déterminée. On est donc conduit à penser que le produit $i(R+\rho)$, où $R+\rho$ représente la résistance totale du circuit, mesurée en ohms, et i l'intensité du courant mesurée en ampères, aura une valeur parfaitement déterminée, toujours la même pour une même pile, quelle que soit la résistance extérieure R du conducteur interpolaire dont les variations entraîneront des variations correspondantes dans l'intensité i du courant.

Pouillet a vérifié expérimentalement cette conclusion.

Ainsi l'expérience prouve que le produit ir, étendu au circuit total d'une pile, a une valeur constante, parfaitement déterminée, *caractéristique par conséquent de la pile.* On lui a donné un nom : on l'appelle la *force électromotrice de la pile fermée*, en sorte que l'on considère la valeur de

ce produit comme l'expression numérique de *la force qui produit le déplacement de l'électricité dans le circuit total.* Si nous désignons cette valeur par E, nous aurons $E = iR + i\rho$; et comme le produit iR est égal à la différence e des potentiels aux bornes de la pile, nous pouvons écrire $E = e + i\rho$. On voit que la force électromotrice d'une pile en activité est égale à la différence des potentiels aux bornes augmentée du produit de la résistance intérieure ρ par l'intensité i du courant; e se mesure au voltmètre, i à l'ampèremètre, ρ est une constante de la pile que l'on mesure, en ohms, une fois pour toutes sur l'appareil au repos. Le fait que la différence de potentiel aux bornes d'une pile est *plus petite* que la force électromotrice de cette pile, se traduit souvent ainsi : il y a, à l'intérieur de la pile, perte d'un certain nombre $i\rho$ de volts, due à la résistance intérieure ρ de la pile. Quelle sera l'unité pratique de force électromotrice ?

La somme $e + i\rho$ étant un certain nombre de volts, il en sera de même de E; et en retournant à la relation $E = i(R + \rho)$ on voit qu'on peut considérer ce nombre E comme mesurant la différence de potentiel qui devrait exister aux extrémités d'un conducteur de résistance $R + \rho$ pour qu'il fût parcouru par un courant d'intensité i, sous l'action d'une cause extérieure à ce conducteur. Le *volt* sera donc l'unité pratique de force électromotrice, comme il l'est des différences de potentiel. De là, dans le langage usuel, la confusion qui s'établit entre les expressions *différence de potentiel* et *force électromotrice*, que l'on emploie souvent l'une pour l'autre sans inconvénient, au point de vue pratique, mais parfois au détriment de la netteté des idées et de la rigueur des raisonnements.

Tout ce que nous venons de dire repose sur ce fait expérimental que la force électromotrice d'une pile est sensiblement indépendante de son débit; on la mesure une fois pour toutes, et cette donnée devient une véritable constante de la pile. Mais tous les générateurs électriques

ne jouissent pas de cette propriété ; il en est dont la force électromotrice dépend de l'intensité du courant qu'ils fournissent. Il faut donc la mesurer à nouveau, chaque fois que le débit change ; et quand on énonce sa valeur, il faut indiquer à quel régime spécial elle se rapporte. On dira, par exemple, d'une machine qu'elle possède une force électromotrice de 500 volts quand elle débite 10 ampères.

XI

Nous avons défini, au début de cet article, l'unité de capacité électrostatique d'un conducteur isolé dans l'espace, la capacité du conducteur qui supporte l'unité électrostatique de quantité d'électricité à l'unité électrostatique de potentiel. Le choix des unités pratiques électromagnétiques de quantité et de potentiel, le coulomb et le volt, fixe celui qu'il faut faire de l'unité pratique électromagnétique de capacité : c'est la capacité du conducteur qui s'élève au potentiel d'un volt sous la charge d'un coulomb ; ou, ce qui revient au même, c'est la capacité du condensateur dont les armatures prennent une différence de potentiel d'un volt quand la charge est un coulomb. On a donné à cette unité le nom de *farad*.

Le farad est beaucoup trop grand pour qu'on puisse lui comparer directement les condensateurs dont on fait usage. C'est le *microfarad*, ou le millionième de farad, qui est l'unité usuelle.

On construit des étalons de capacité comme on construit des étalons de résistance. Ce sont des condensateurs formés de feuilles d'étain séparées par des lames de mica. On réunit séparément les extrémités des feuilles d'étain de rang pair, et celles des feuilles de rang impair ; on forme ainsi un condensateur à grande surface sous un petit volume. Afin de rendre invariables les distances relatives des armatures, le tout est noyé dans la paraffine.

Un condensateur d'un microfarad de capacité renferme environ 300 feuilles circulaires d'étain, logées dans une boîte cylindrique de 8 centimètres de hauteur et de 16 centimètres de diamètre.

XII

On emploie habituellement aujourd'hui le mot *énergie* pour désigner, en général, toute espèce de travail ou de force vive. Le travail que l'on considère habituellement en mécanique est produit par des forces déterminées qui agissent en des points déterminés ; ce travail est souvent désigné sous le nom de *travail mécanique* ou *d'énergie mécanique*, pour le distinguer des travaux qui correspondent à des forces inconnues, et qui se manifestent dans les phénomènes calorifiques, chimiques, électriques, etc.

Nous emploierons, dans ce qui va suivre, le mot *énergie* dans le sens général que nous venons d'indiquer.

Une chute d'eau porte avec elle une certaine quantité d'énergie mécanique disponible, qui dépend de son débit et de sa hauteur. Un courant, quelle que soit la réalité que recouvre ce symbole, rend également disponible, sous forme de chaleur, de travail chimique ou de travail mécanique, une certaine quantité d'énergie électrique qui dépend, l'expérience le montre, de son débit et de sa hauteur, c'est-à-dire de son intensité et de la force électromotrice du générateur qui lui donne naissance.

Un kilogramme d'eau tombant de la hauteur d'un mètre, rend disponible une quantité d'énergie mécanique qui a reçu le nom de *kilogrammètre*. Un coulomb tombant de la hauteur d'un volt rend disponible une quantité d'énergie électrique qu'on aurait pu appeler un *coulombvolt*, et qui a reçu, de fait, le nom de *joule*. Le kilogrammètre est l'unité pratique de travail mécanique ; le joule est l'unité pratique de travail électrique. C'est en kilogrammètres

qu'on estime le travail d'une machine ; c'est en joules qu'on mesure celui d'une pile ou d'un générateur électrique.

La mesure du travail effectué par une machine ne nous donne, à elle seule, qu'une idée incomplète des propriétés de cette machine : il faut y joindre celle du temps qu'elle a mis à effectuer ce travail. On appelle *puissance* d'une machine la quantité de travail qu'elle est capable de produire en une seconde. L'unité de puissance mécanique est donc la puissance d'une machine capable d'effectuer un travail d'un kilogrammètre en une seconde. Cette unité n'a pas reçu de nom particulier, mais on a donné celui de *cheval-vapeur* à la puissance capable d'effectuer un travail de 75 kilogrammètres en une seconde. L'unité de puissance, dérivée des unités électriques, est la puissance d'une machine capable d'effectuer un travail d'un joule en une seconde. Cette unité a reçu le nom de *watt*. Le joule est au watt ce que le coulomb est à l'ampère, ce que l'espace parcouru, dans le mouvement uniforme, est à la vitesse : c'est un *watt-temps*. Ainsi les expressions *joule* et *watt-seconde* sont synonymes : elles expriment toutes deux le travail accompli, pendant une seconde, par une machine dont la puissance est un watt.

L'industrie emploie des unités de travail dérivées des unités de puissance; ainsi le travail accompli, en une heure, par une machine de la puissance d'un cheval-vapeur s'appelle un *chevalheure*. On dit de même un *wattheure*, un *kilowattheure*, etc., expressions synonymes de 3600 joules, 3600000 joules.

L'énergie mécanique disponible ou la puissance mécanique d'une chute d'eau qui verse P kilogrammes de liquide d'une hauteur de H mètres, en une seconde, est mesurée en kilogrammètres par le produit PH. L'énergie électrique disponible, ou la puissance d'un courant qui débite i ampères sous E volts est mesurée, en watts, par le produit Ei. Il existe des appareils, appelés *dynamo-*

mètres, destinés à mesurer, en kilogrammètres, le travail des machines ; un ampèremètre, un voltmètre et une montre à secondes peuvent jouer, dans la mesure du travail d'un courant, le rôle du dynamomètre. Ces notions vont nous permettre d'étudier la pile considérée comme source d'énergie.

Supposons qu'une certaine quantité d'eau circule, sous l'action d'une force quelconque, à l'intérieur d'une conduite fermée sur l'organe moteur. Elle transporte avec elle une quantité d'énergie disponible, une puissance que l'on pourrait utiliser à produire un travail mécanique. Que devient-elle si on ne la recueille pas ? Elle s'émiette le long de son chemin ; elle s'épuise dans les frottements contre les parois et les obstacles qui s'opposent à sa marche, et s'emploie, par ces frottements même, à user la conduite, à l'échauffer, surtout dans toutes les parties où elle rencontre plus de résistance. Tel semble être aussi le sort de l'énergie électrique disponible dans le conducteur interpolaire d'une pile quand on n'y intercale aucun récepteur. L'observation superficielle montre, en effet, que *le circuit s'échauffe, surtout dans ses parties les plus résistantes.*

Regardons-y de plus près, et nous constaterons que quand le conducteur interpolaire est court et gros, c'est la pile surtout qui s'échauffe; l'inverse se produit quand le fil est long et fin. On peut donc accumuler cette chaleur en un point quelconque du circuit extérieur : il suffit d'y intercaler une résistance convenable. Ce sera, par exemple, celle que présente un fil très fin de platine ou de charbon, qui s'échauffera jusqu'à l'incandescence et deviendra, si on le soustrait à la combustion en l'emprisonnant dans une ampoule de verre vide d'air, un foyer de vive lumière. La construction des *lampes à incandescence* repose sur ces principes. Ou bien ce sera la résistance d'un fil ou d'une lame de plomb, très mince, qui fondra dès que le courant qui la traverse dépassera une intensité

déterminée que ne pourraient supporter, sans danger, les appareils intercalés dans le circuit. De là l'usage des *bouchons fusibles* qui interrompent le courant quand il s'emporte et menace de devenir dangereux.

Mais il nous faut étudier de plus près cette transformation d'énergie électrique en énergie thermique. Toute la puissance disponible dans le conducteur entre-t-elle dans cette transformation, et quelle est la loi de ce développement de chaleur ? Elle a été déterminée par Joule (1818-1889), à partir de 1840 (1).

Dans une première série de recherches, le courant d'une pile constante, après avoir traversé un galvanomètre qui en mesurait l'intensité, circulait dans une résistance mesurée R, formée par un fil métallique enroulé sur un tube de verre, et entièrement plongé dans un calorimètre ; il en sortait pour retourner à la pile en passant à travers un rhéostat à l'aide duquel on pouvait faire varier la résistance extérieure et par suite l'intensité du courant. Les quantités de chaleur dégagée dans cette résistance R, sous l'action de courants d'intensités différentes, furent trouvées *proportionnelles au temps et au carré des intensités.*

Dans une seconde série de recherches, plusieurs résistances mesurées, intercalées en série dans un même circuit, étaient plongées dans autant de calorimètres distincts. On constata que le passage d'un même courant, pendant le même temps, y développait des quantités de chaleur *proportionnelles aux résistances.*

L'expérience montre donc que la quantité de chaleur dégagée dans un conducteur AB de résistance R par un courant d'intensité i, pendant un temps t, est proportionnelle à la fois à la résistance, au carré de l'intensité et au temps ; en sorte que l'on peut exprimer cette quantité de

(1) *On the Heat evolved by Metallic Conductors of Electricity, and in the Cells of a Battery during Electrolysis* (Proceedings of the Royal Society, 17 déc. 1840; Philos. Magaz., 3e série, xix, 1841 ; xx, 1843).

chaleur par la formule $Q = ARi^2t$; en une seconde on aurait $Q = ARi^2$, A représentant un coefficient numérique qui dépend du choix de l'unité de quantité de chaleur.

Or si l'on désigne par e la différence de potentiel entre A et B, la puissance disponible entre ces deux points, exprimée en watts, est ei, d'autre part la loi de Ohm nous donne la relation $e = Ri$, d'où l'on tire celle-ci : $ei = Ri^2$; la puissance disponible entre A et B peut donc se mettre sous la forme $T = Ri^2$. La quantité de chaleur correspondante sera, en désignant par K l'équivalent calorifique du travail, ou l'inverse de l'équivalent mécanique de la chaleur, $Q_1 = KRi^2$.

Si toute la puissance T est transformée en chaleur, on doit avoir $Q = Q_1$, et par suite $A = K$; c'est-à-dire que le coefficient numérique de la formule qui traduit le résultat des expériences de Joule doit être l'équivalent calorifique du travail. L'expérience montre qu'il en est ainsi : *Toute la puissance disponible dans le conducteur* AB *s'y transforme donc en chaleur.*

Si l'on mesure la quantité de chaleur Q en calories, R étant mesuré en ohms et i en ampères, on trouve $A = 0,24$. Les électriciens ont voulu se débarrasser de ce coefficient qui représente, dans le système d'unités que nous venons de rappeler, l'équivalent calorifique du travail. La chose est aisée. Il suffit, en effet, pour rendre égal à l'unité l'équivalent calorifique du travail et, par suite, l'équivalent mécanique de la chaleur, de prendre pour unité de quantité de chaleur la quantité de chaleur qui, transformée en travail, donne l'unité de travail. Cette dernière unité est le *joule;* prenons donc pour mesurer Q la quantité de chaleur équivalente au *joule :* ce sera, comme l'indique le coefficient 0,24, les 0,24 d'une calorie. Cette unité a reçu le même nom que le travail équivalent, on l'appelle aussi *joule.*

D'après cela, le *joule,* unité de quantité de chaleur, vaut 0,24 de calorie ; le *joule,* unité de travail, vaut

0,102 kilogrammètre. Le *watt*, unité de puissance, ou le *joule-seconde*, vaut aussi 0,102 kilogrammètre ; le *watt-heure* vaut 367 kilogrammètres et le *kilowattheure* en vaut 367 000.

Nous venons d'examiner les phénomènes thermiques qui se passent dans le conducteur interpolaire ; des phénomènes analogues ont lieu au siège de la force électromotrice, c'est-à-dire à l'intérieur de la pile. Tâchons de nous en rendre compte.

La force électromotrice d'une pile de résistance intérieure ρ et qui produit un courant d'intensité i dans un conducteur extérieur de résistance R, est mesurée, nous l'avons vu, par la différence des potentiels E qui devrait exister entre les extrémités d'un conducteur de résistance $R + \rho$ pour qu'il fût parcouru par un courant d'intensité i, c'est-à-dire que l'on a $E = (R + \rho)\, i$. Le travail de la pile a donc pour effet de porter, en chaque seconde, une quantité i d'électricité d'un potentiel inférieur à un potentiel supérieur, la différence étant E volts. C'est le jeu d'une pompe refoulant, en chaque seconde, une quantité Q d'eau d'un niveau inférieur h à un niveau supérieur H. Le travail *consommé* dans cette opération, pendant l'unité de temps, sera donc de Ei watts ; appelons-le le *travail voltaïque*. A ce travail correspond une *dépense* de chaleur de Ei joules ; appelons-la la *chaleur voltaïque*. La relation précédente nous donne $Ei = Ri^2 + \rho i^2$; donc lorsque l'échauffement du circuit est le seul phénomène en jeu, la chaleur voltaïque dépensée (Ei) se retrouve dans la chaleur développée dans la pile (ρi^2) et dans le conducteur (Ri^2). En général, toute dépense d'énergie a pour effet de produire une quantité d'énergie correspondante ; ce principe est désigné sous le nom de *conservation de l'énergie ;* il trouve ici son application.

Mais qui paie la dépense ? D'où vient cette chaleur voltaïque ? Elle résulte du travail chimique dont la pile est le siège, de la dissolution du zinc dans l'acide. A ce

travail chimique correspond une certaine quantité de chaleur, que nous appellerons *chaleur chimique* et qui est l'origine de la chaleur voltaïque.

Disons en passant que l'expérience montre qu'en général la chaleur chimique n'est pas égale à la chaleur voltaïque. Leur comparaison expérimentale et l'interprétation théorique des résultats auxquels cette comparaison conduit ont fait l'objet de travaux importants qui ont été analysés dans cette *Revue;* nous y renvoyons le lecteur (1). La chaleur chimique qui fournit la dépense nécessaire à l'entretien du courant se partage donc, en définitive, entre la pile et le conducteur interpolaire; en sorte qu'un fil conducteur peut servir à transmettre au loin une partie de la chaleur dégagée dans une réaction chimique. Ce fil peut transmettre également le *travail.*

Nous avons supposé jusqu'ici qu'aucun récepteur d'énergie n'était intercalé sur le conducteur interpolaire; la pile sert alors uniquement à échauffer le circuit. Mais le courant peut être employé à produire un travail mécanique : il suffit de l'obliger à traverser un moteur électrique qui travaillera aux dépens du courant.

Dans ces conditions, l'énergie électrique est dépensée sous deux formes différentes : en énergie thermique, le circuit s'échauffe; et en énergie mécanique, le moteur travaille. Appelons E la force électromotrice de la pile, i l'intensité du courant, R la résistance des conducteurs, ρ celle de la pile, r celle du moteur et T le travail mécanique effectué, aux dépens du courant, en l'unité de temps. Le principe de la conservation de l'énergie nous fournit la relation suivante $Ei = Ri^2 + \rho i^2 + ri^2 + T$: l'énergie en marche dans le courant (Ei) échauffe les conducteurs (Ri^2) échauffe la pile (ρi^2) et le moteur (ri^2), et par l'intermédiaire du moteur effectue un travail utile (T). Si le moteur ne

(1) Revue des questions scientifiques, juillet 1886 : *Revue des recueils périodiques, Physique,* par le R. P. J. Delsaulx, S. J.

travaillait pas, T serait nul, mais en même temps l'intensité du courant deviendrait I, plus grande que i et on aurait $EI = RI^2 + \rho I^2 + rI^2$. Ainsi *le travail mécanique produit par un courant diminue le travail nécessaire pour l'entretenir* ($Ei < EI$).

La facilité que présente l'emploi des fils métalliques pour franchir de longues distances a fait songer à transporter l'énergie au loin par l'intermédiaire du courant : les conducteurs jouent alors, mais sur une bien plus grande échelle, le rôle des courroies de transmission en usage dans les ateliers. Mais la pile est une source d'énergie trop peu abondante pour qu'on puisse l'utiliser à cet effet; elle se ruinerait à payer le prix du transport (Ri^2) que prélève, sur tout le parcours, le circuit qui s'échauffe au passage du courant. C'est aux puissantes machines d'induction qu'il faut s'adresser.

Il est aisé de reconnaître qu'en obligeant un courant à produire un travail mécanique, on introduit équivalemment dans le circuit une force *électromotrice inverse* de celle de la pile ou *contre-électromotrice,* ayant son siège au point où le courant est employé à la production du travail. Le travail T qui figure dans la relation $Ei = Ri^2 + \rho i^2 + ri^2 + T$ peut, en effet, s'exprimer comme ceci : $T = ei$, la quantité e définie par cette relation étant une force électromotrice. Nous pouvons donc écrire $Ei = Ri^2 + \rho i^2 + ri^2 + ei$, ou $E - e = (R + \rho + r)\, i$: c'est la loi de Ohm, où la force électromotrice e du moteur est *inverse* de la force électromotrice E de la pile. Ainsi l'intercalation d'un moteur dans le circuit d'une pile ne fait pas tomber l'intensité du courant uniquement par la résistance passive (r) qu'il oppose à son passage, mais aussi par l'énergie qu'il utilise en se transformant équivalemment en un générateur inverse de la pile.

Enfin, le courant électrique peut produire des décompositions chimiques, qui absorbent une partie de son énergie. Intercalons un voltamètre à la place du moteur.

Désignons par R la résistance des conducteurs, par ρ celle de la pile, par r celle du voltamètre, et par T le travail consommé, en l'unité de temps, par l'électrolyte. Les relations précédentes sont immédiatement applicables, et nous avons encore

$$E - e = (R + \rho + r)i.$$

La force électromotrice inverse e est ici la force électromotrice de polarisation dont le voltamètre devient le siège dès que l'électrolyse s'y produit.

Terminons cette longue et aride étude en résumant ses conclusions principales. La pile ne nous a pas dit ce qu'est l'électricité. On se tromperait aussi grossièrement en s'imaginant qu'elle crée cet agent mystérieux qu'en affirmant qu'une pompe crée l'eau qu'elle met en mouvement. Comme la pompe, comme les machines à plateau de verre, elle transforme l'énergie qu'on lui donne et la rend sous une forme nouvelle que ses propriétés spéciales rendent extrêmement précieuse. Encore faut-il payer, souvent très cher, cette transformation ; cette dépense se solde en chaleur perdue, comme celle que les frottements font naître dans un moteur mécanique.

Nous nous sommes borné à montrer comment l'énergie électrique se tire de l'énergie chimique; mais on peut l'obtenir avec la même facilité en transformant l'une quelconque des autres formes de l'énergie. Quelle que soit son origine, elle jouit des mêmes propriétés, et les phénomènes où elle se manifeste sont régis par les mêmes lois. On peut donc appliquer au courant électrique de provenance quelconque ce que nous avons dit du courant d'une pile.

De même, tout ce que nous avons dit des transformations de l'énergie voltaïque peut se dire de l'énergie électrique en général, quelle que soit son origine : on peut la transformer en une autre forme quelconque de l'énergie,

et cela, non pas seulement sur place, mais à grande distance. Ainsi l'énergie mécanique, par exemple, peut, en se faisant d'abord énergie électrique, se transporter en des points déterminés d'avance et là se faire lumière, chaleur, son, travail chimique, etc.

Le rôle par excellence qui revient à l'énergie électrique, et qu'elle joue admirablement dans les transformations de l'énergie, est donc celui d'*intermédiaire* et de *véhicule*. Les services qu'elle nous rend en ce genre sont considérables ; ceux qu'elle nous réserve seront peut-être plus grands encore.

J. Thirion, S. J.

LES ENGRAIS CHIMIQUES

Parmi tous les problèmes que la nature pose à l'homme, un des plus intéressants et des plus utiles au point de vue économique et social est sans contredit la question agricole. Il ne faut pas oublier, en effet, que l'agriculture fait vivre, même en Belgique, beaucoup plus d'hommes que toutes les industries et le commerce réunis.

Dans les temps anciens et jusqu'au commencement du XVIIIe siècle, il suffisait en Europe d'ensemencer la terre encore jeune et vigoureuse, si je peux m'exprimer ainsi, pour avoir d'abondantes récoltes. C'est ce qui se produit encore dans les pays neufs, comme certaines contrées de l'Amérique et de l'Australie. Mais ce premier trésor que Dieu donna au monde s'épuise à la longue devant l'activité incessante de l'homme ; et en même temps que le mineur est obligé de creuser plus profondément les entrailles de la terre pour en extraire le combustible et les minerais, le cultivateur se voit forcé de fertiliser le sol épuisé pour en retirer de nouvelles moissons.

Tout d'abord l'agriculteur dut, à la sueur de son front, remuer plus profondément la terre sur laquelle il se contentait auparavant de jeter la semence. Puis il fallut

bientôt ajouter au sol les éléments soustraits constamment par les plantes et qui lui manquaient. On commença d'abord par épandre simplement le fumier de ferme, résidu de la nutrition des animaux domestiques. C'était déjà un engrais, contenant, mais en trop petite quantité, les principaux éléments manquant au sol ; aussi devint-il bientôt insuffisant. On conçoit en effet qu'ainsi on ne rapportait à la terre qu'une partie des substances enlevées par la récolte. Par exemple, pour le blé, le grain étant en général exporté, les éléments spéciaux qu'il contient ne sont pas restitués au sol dont il provient.

Les agriculteurs durent donc avoir recours à l'industrie pour se procurer les substances fertilisantes qui leur manquaient spécialement. Quelles sont ces substances ? Sous quelle forme faut-il les donner au sol ? Pour résoudre cette question, il faut avant tout analyser la plante, reconnaître pour chacune les éléments qui lui sont indispensables pour sa nutrition, puis analyser chaque terre en particulier et voir ce qui lui manque.

Les plantes sont en rapport avec l'air par leurs feuilles et avec le sol par leurs racines : c'est donc à ces deux sources qu'elles peuvent emprunter les matières qui doivent les alimenter. Par leurs feuilles, qui sont leurs organes respiratoires, elles absorbent les gaz atmosphériques et s'emparent à leur profit des éléments utiles qu'ils contiennent. Fort heureusement, c'est par cette voie que le végétal se procure la plus grande partie de sa substance. Une autre partie, bien moins abondante mais tout aussi indispensable, est puisée dans le sol par les racines. C'est uniquement par ce dernier intermédiaire que l'on peut procurer à la plante ce qui lui manque; car tous les efforts de l'industrie humaine ne sauraient parvenir à modifier la composition de l'atmosphère. La nature a d'ailleurs, sous ce rapport, pourvu pour des temps illimités aux besoins de la végétation, en maintenant, par une de ses plus remarquables harmonies, la composition

de l'air toujours la même malgré l'immense consommation que font les végétaux de quelques-uns de ses éléments.

Malheureusement, l'atmosphère ne contient pas tous les éléments indispensables à la plante. Si l'on analyse en effet depuis l'humble mousse jusqu'aux arbres les plus gigantesques, on y trouve jusque quatorze éléments, qui sont :

Éléments organiques :

Carbone.	Oxygène.
Hydrogène.	Azote.

Éléments minéraux :

Phosphore.	Manganèse.
Soufre.	Calcium.
Chlore.	Magnésium.
Silicium.	Sodium.
Fer.	Potassium.

Parmi ces quatorze éléments, quatre seulement, l'*Azote,* le *Phosphore,* le *Calcium* et le *Potassium* ont pour l'agriculture une importance capitale, parce que les récoltes en font une consommation considérable et qu'ils sont très souvent exposés à faire défaut. C'est à leur recherche que doit surtout s'appliquer le cultivateur dans ses achats d'engrais.

Deux autres, le magnésium et le sodium, n'ont qu'une importance secondaire, bien qu'ils se rencontrent en quantités assez considérables dans la plupart des récoltes. Ils sont tellement répandus dans la nature que la grande généralité des terres en est abondamment pourvue. Cependant, dans quelques cas, fort peu nombreux du reste, les sels de magnésie peuvent rendre à l'agriculture d'utiles services.

Quant aux sels de soude, l'immense consommation qui en est faite sous toutes les formes, et particulièrement

sous celle de sel marin, en ramène toujours assez aux terres cultivées pour que l'agriculture n'ait guère à s'en préoccuper, si ce n'est pour les plantes dans lesquelles elle peut avantageusement remplacer la potasse.

Parmi les autres éléments, les trois premiers, carbone, hydrogène, oxygène, sont surabondamment fournis par l'air et par l'eau. Le silicium, le soufre et le chlore sont tellement communs qu'il y en a partout. Enfin, le fer et le manganèse sont aussi très répandus et n'entrent du reste dans les végétaux qu'en très minimes proportions.

L'agriculteur n'a donc à s'occuper que de quatre éléments principaux : l'*Azote*, le *Phosphore*, la *Potasse*, la *Chaux*, les seuls qu'il soit généralement nécessaire de ramener à la ferme, et les seuls qu'il y ait lieu par conséquent de rechercher dans les engrais. Un engrais quelconque n'a de valeur pour l'agriculture qu'à la condition expresse de contenir un ou plusieurs de ces quatre éléments ; et, toutes choses égales d'ailleurs, sa valeur est proportionnelle à la quantité qu'il en renferme.

Ce n'est cependant pas la seule considération dont on doit tenir compte lorsqu'il s'agit de fixer la valeur agricole d'un engrais. Il faut encore se préoccuper au moins autant du degré d'assimilabilité de chacun de ses éléments utiles.

Il importe peu, en effet, que la terre soit abondamment pourvue des éléments nécessaires, s'ils y existent sous des formes inaccessibles à la végétation. Pour qu'un corps puisse concourir à la nutrition des végétaux, il faut évidemment qu'il puisse être absorbé par leurs racines. Or ces dernières, munies de filtres excessivement délicats en forme de petites éponges visibles seulement au microscope, ne peuvent absorber que des liquides parfaits et ne laissent passer dans l'intérieur du végétal aucune particule solide, quelque infime qu'on la suppose. Il n'y a donc que les corps qui peuvent se dissoudre qui sont capables de pénétrer dans les plantes et par conséquent de les alimenter. Du

verre pilé, par exemple, serait complètement impropre à servir d'engrais, alors même qu'il contiendrait une grande quantité de potasse, par cette seule raison qu'il n'en cède pas sensiblement à l'eau dont on l'imprègne.

La solubilité est donc un des caractères les plus importants des engrais, et les éléments utiles contenus sous une forme soluble ou à un état qui leur permette de devenir promptement solubles ont seuls une valeur agricole, parce que seuls ils peuvent pénétrer dans les végétaux par les racines et, une fois absorbés par eux, s'assimiler à leur substance, c'est-à-dire se confondre avec elle et en déterminer par suite l'accroissement.

L'industrie ne délivre à l'agriculture les éléments qu'elle lui demande qu'à l'état de sels. Nous allons les passer rapidement en revue, en indiquant leur richesse en matières premières, leur degré d'assimilabilité, et enfin les prix (1) auxquels on peut se les procurer; c'est un point des plus importants, car l'agriculture, ne réalisant que de très petits bénéfices, est fort limitée pour les dépenses d'amélioration qu'elle peut faire. Nous examinerons ensuite ce que demande spécialement chaque famille de céréales et de plantes fourragères pour donner les meilleurs résultats possibles. Enfin, prenant spécialement le Bourbonnais pour exemple, nous étudierons les différentes natures du sol au point de vue agricole et donnerons les résultats de nombreuses expériences faites avec les principaux engrais sur diverses terres dont la nature du sol est complètement différente.

(1) Les prix des engrais chimiques varient dans de larges proportions, suivant l'époque et suivant leurs lieux d'origine, grands centres industriels ou ports de débarquement.

Dans tout ce qui suit, nous ne pouvons évidemment donner que des prix moyens.

L'AZOTE.

L'azote est le plus important et le plus cher des quatre éléments essentiels des engrais. Les matières azotées que le commerce peut offrir à l'agriculture sont :

Le sulfate d'ammoniaque	$(NH_4)_2SO_4$
Le nitrate de soude . .	$NaNO_3$
Le nitrate de potasse .	KNO_3
Les matières organiques.	

Sulfate d'ammoniaque. — C'est la plus riche des matières azotées commerciales. A l'état de pureté, il contient pour cent :

Acide sulfurique .	60,60
Eau	13,65
Hydrogène . . .	4,54
Azote.	21,21

Il est préparé par saturation directe de l'acide sulfurique au moyen des vapeurs ammoniacales que l'on obtient par la distillation soit des eaux vannes, soit des eaux ammoniacales des usines à gaz. Lorsqu'il est bien fabriqué, les matières étrangères ne dépassent guère trois à quatre pour cent. La richesse en azote ne doit pas descendre au-dessous de vingt pour cent. Cet engrais est surtout employé depuis 1886, depuis les travaux importants de M. Ville. Nous verrons plus loin dans quel cas il doit être surtout employé. Contentons-nous d'ajouter que c'est un des sels les plus assimilables.

Dans les premiers temps de son emploi, il ne valait que 35 francs les cent kilos, ce qui donnait l'azote assimilable à 1 fr. 75 le kilo. Mais la consommation croissant beaucoup plus rapidement que la production, ce prix a rapi-

dement monté, il redescend et est actuellement de trente-sept francs les cent kilos. Les besoins de l'agriculture sont si considérables que l'on ne doit pas s'attendre à une diminution sensible dans un avenir prochain.

Nitrate de soude. — C'est le plus employé de tous les engrais azotés; à l'état de pureté il contient pour cent :

Oxygène .	47,06
Azote . .	16,47
Soude . .	36,47

Il provient en grande partie du Pérou, où il forme des gisements considérables. Il nous parvient en général assez pur et est très assimilable.

Vers 1866, il valait à peu près le même prix que le sulfate d'ammoniaque, de sorte que, contenant moins d'azote, il n'était pas employé, quoiqu'il offre l'avantage, pour certaines terres, de contenir de la soude. Mais actuellement, grâce aux facilités de transport, il a beaucoup diminué et se trouve dans le commerce à 25 francs les 100 kilos, ce qui met l'azote à 1 fr. 52 le kilo, c'est-à-dire à un prix un peu moins élevé que dans le sulfate d'ammoniaque.

Nitrate de potasse. — Il a la même composition que le sel précédent, le potassium remplaçant le sodium. Il provient de la transformation du nitrate de soude en nitrate de potasse, au moyen du chlorure de potassium.

Comme il est beaucoup plus cher que le sel précédent, on ne l'emploie que lorsque le sol réclame à la fois de l'azote et de la potasse. Il vaut actuellement 50 francs les 100 kilos.

Matières organiqnes azotées. — Ce sont toutes les matières azotées provenant des organes des êtres vivants. Leur valeur dépend de leur richesse en azote et de l'assimilabilité.

La richesse en azote varie suivant la provenance des matières et suivant le traitement qu'elles ont subi. Elle peut être modifiée aussi par les mélanges plus ou moins habiles dont elles ont été l'objet.

En général, les matières d'origine animale sont plus riches que les matières qui proviennent des végétaux, et parmi ces dernières, les seules qui contiennent assez d'azote pour entrer dans le commerce des engrais et subir des transports sont les tourteaux de graines oléagineuses.

Au contraire, les matières animales capables de fournir de l'azote sont très nombreuses, et leur richesse est tellement variable qu'il est impossible de rien dire de général à cet égard. L'assimilabilité de l'azote dans toutes ces matières organiques est une des questions les plus importantes et des plus délicates.

Le seul point qui soit établi d'une manière certaine, c'est que les végétaux ne peuvent absorber en nature aucune matière organique azotée. Pour concourir à l'alimentation des plantes, il faut, de toute nécessité, que ces matières subissent dans le sol une décomposition préalable qui ramène leur azote à l'état d'ammoniaque ou de nitrates, seules formes sous lesquelles il peut être absorbé par les racines. Si donc ces matières sont d'une décomposition difficile et lente, si elles ne peuvent se transformer en sels ammoniacaux et en nitrates que partiellement, elles sont nécessairement pour l'agriculture, et à richesse égale en azote, d'une valeur beaucoup moindre que les nitrates et les sels ammoniacaux.

En effet, pour que les matières organiques se transforment en sels assimilables, il faut trois conditions :

1° Un certain degré d'humidité ;

2° Une certaine température ;

3° La présence de l'oxygène de l'air.

S'il manque une quelconque de ces conditions, la fermentation s'arrête et la matière reste inerte dans le sol.

La rapidité de la décomposition dépend, en outre, de

l'état physique de la matière et des préparations qu'elle a subies. Le sang et la viande sont les matières les plus facilement décomposables. Les poils, la laine, la corne, les os se décomposent beaucoup plus lentement. D'autres enfin, comme le cuir tanné, la tourbe, le charbon, se conservent indéfiniment dans la terre sans altération.

Mais il y a plus encore. Non seulement les matières organiques azotées sont plus ou moins décomposables et, par conséquent, assimilables, mais, en se décomposant, toutes éprouvent une perte en azote, qui se dégage à l'état de gaz élémentaire et devient complètement inutile à l'agriculteur, puisque les plantes en trouvent à cet état des quantités illimitées dans l'atmosphère. Cette perte est variable suivant la nature de la matière qui se décompose. De nombreuses expériences ont été faites, sans qu'on ait pu arriver à un résultat certain sur ce sujet.

Suivant MM. Ville et Reizet, la déperdition est d'un tiers de l'azote contenu dans la matière employée. Suivant MM. Lawes et Gilbert, cette déperdition varie entre 12 et 40 pour cent.

De plus, toutes les matières organiques azotées laissent toujours dans la terre un certain résidu nommé humus, contenant une certaine quantité d'azote fixé par une affinité très puissante.

De toutes ces considérations il résulte que les matières organiques sont de moins en moins employées en agriculture, et qu'à titre égal d'azote elles doivent être bien moins chères que les sels ammoniacaux et les nitrates.

LE PHOSPHORE.

C'est un des éléments principaux des plantes qui manque le plus fréquemment dans la terre. Aussi les engrais à base de phosphore sont-ils de plus en plus employés, ce qui a produit dans ces dernières années une véritable transformation dans l'agriculture.

Les matières phosphatées que le commerce peut offrir à un prix acceptable aux cultivateurs sont :

1. Les phosphates naturels d'origine animale ou minérale ;
2. Les superphosphates ;
3. Les phosphates précipités.

Tous les phosphates que l'on rencontre dans la nature sont essentiellement composés de phosphate tricalcique $Ca_3(PhO_4)_2$ uni à des quantités plus ou moins considérables de matières étrangères qui leur communiquent différents aspects en diminuant plus ou moins la richesse.

Phosphates d'origine animale. — Ils proviennent tous des os et peuvent se classer en :

1. Os naturels ; 2. Os dégélatinés ; 3. Noir animal ; 4. Cendres d'os.

Os naturels. — Ce sont les os tels qu'ils sont extraits des animaux abattus. Ils contiennent en moyenne 21 à 22 p. c. d'acide phosphorique correspondant à 47 p. c. de phosphate tricalcique. On y trouve aussi 4 p. c. d'azote organique. A condition d'être réduits en poudre fine, ils constituent un très bon engrais, mais leur prix est relativement très élevé à cause des difficultés de leur pulvérisation et la concurrence de diverses industries.

Os dégélatinés. — Ce sont les os dont on a retiré la graisse et la gélatine. Ils se pulvérisent facilement et contiennent de 25 à 30 p. c. d'acide phosphorique correspondant à 64 p. c. environ de phosphate tricalcique. Ils contiennent très peu d'azote.

Noir animal. — C'est le résidu de la carbonisation des os en vase clos. La matière organique a complètement disparu, et il ne reste plus que du charbon et du phosphate. Les noirs neufs contiennent de 31 à 32 p. c. d'acide phosphorique et 70 p. c. de phosphate tricalcique. Mais en général ils arrivent à l'agriculture après avoir déjà

servi comme décolorant, surtout dans les sucreries, et ils contiennent alors beaucoup d'impuretés.

Cendres d'os. — C'est le produit des os calcinés à l'air jusqu'à ce qu'ils soient devenus blancs. Il ne reste plus alors qu'un mélange de phosphate de magnésie et de carbonate. A cet état, cet engrais contient de 40 à 41 p. c. d'acide phosphorique correspondant à 87 ou 89 p. c. de phosphate tricalcique. Mais les cendres d'os livrées à l'agriculture sont rarement aussi riches, car la calcination est souvent incomplète et la matière absorbe rapidement l'humidité, et en réalité elle ne contient guère que 75 p. c. de phosphate.

Le prix des os et de tous les produits qui en découlent a beaucoup augmenté depuis quelques années. Voici environ les prix, qui varient un peu chaque jour.

Poudre d'os dégélatinés, 20 p. c. d'acide, 13 francs les 100 kilos.

Noirs de sucrerie secs, de 20 à 15 p. c. d'acide, 10 fr. 50 les 100 kilos.

Cendres d'os d'Amérique, 34 à 35 p. c. d'acide, 19 à 20 francs les 100 kilos.

Le kilogramme d'acide phosphorique revient par conséquent :

Dans la poudre d'os dégélatinés, à fr. 0,65.

Dans les noirs de sucrerie, à fr. 0,51.

Dans les cendres d'os, à fr. 0,56.

Phosphates minéraux. — Ils ne sont employés en agriculture que depuis peu de temps, mais ils ont pris, ces dernières années surtout, une très grande importance. C'est en Belgique qu'on a découvert les gisements les plus considérables de phosphates. Il en existe en outre dans le nord de la France, en Espagne, en Angleterre, en Russie, en Norvège, en Amérique et aux Indes. Les renseignements sur ce produit sont si fréquents dans un très grand nombre de revues que nous ne nous étendrons pas davantage.

Aux environs de Liége, le phosphate se présente en petites pierres irrégulières de la grosseur d'une noix ; on les sépare par un triage en diverses catégories qui fournissent des poudres gris verdâtre de divers titres. Elles sont vendues d'après leur richesse en phosphate déterminée par l'analyse commerciale.

On les divise en général en trois catégories :

Les pauvres,	contenant de	15 à 17 p. c.	d'acide.
Les moyens	»	17 à 20 p. c.	»
Les riches	»	20 à 25 p. c.	»

Les phosphates minéraux se vendent aujourd'hui à des prix relativement très bas. Dans le Bourbonnais, les phosphates belges valent 4 fr. 50 les 100 kilos lorsqu'ils dosent 18 p. c. d'acide phosphorique. A Paris, ces mêmes phosphates ne valent que 3 fr. 50 les 100 kilos, ce qui fait ressortir le prix de l'acide à fr. 0,20 le kilo.

Superphosphates. — On désigne sous ce nom les produits de l'action de l'acide sulfurique sur les phosphates naturels. Ils prennent des noms variés suivant l'origine du phosphate qui leur sert de base.

Ces engrais ne sont pas des produits chimiques purs, ils ne répondent à aucune formule. L'acide sulfurique, en effet, détermine une transformation chimique complexe. L'acide phosphorique se répartit en plusieurs combinaisons et l'analyse montre que le produit contient à la fois :

1. De l'acide phosphorique libre ;
2. Du phosphate acide de chaux ;
3. Du phosphate bicalcique ;
4. Du phosphate tricalcique inattaqué ;
5. Du sulfate de chaux ;
6. De l'eau libre ou combinée ;
7. Du sable, du fer, de l'alumine et toutes les impuretés contenues dans le phosphate.

Tous les superphosphates se vendent à des prix diffé-

rents suivant leur richesse en acide. Le prix du degré d'acide varie entre fr. 0,40 et fr. 0,50, suivant que le produit est plus ou moins pur et plus ou moins assimilable.

Phosphates précipités. — Si, au lieu de traiter les phosphates naturels par l'acide sulfurique, on les arrose d'acide chlorhydrique, on obtient une dissolution qui contient tout l'acide phosphorique et tout le calcium du phosphate. Il reste un résidu insoluble qui est formé de sable, d'argile et de toutes les impuretés du produit naturel employé. L'acide chlorhydrique fournit donc un excellent moyen de séparer le phosphate de chaux des diverses matières qui l'accompagnent. Si dans la liqueur claire ainsi obtenue on verse un lait de chaux, il se forme un dépôt abondant qui n'est autre chose que du phosphate de chaux régénéré à l'état de précipité chimique et par conséquent très divisé.

Suivant la quantité de chaux ajoutée et la manière dont on opère, on obtient du phosphate bicalcique ou tricalcique, ou un mélange des deux. Le dépôt est ensuite égoutté, exprimé et desséché, et constitue le produit que l'on nomme vulgairement en agriculture phosphate précipité. Malheureusement ce produit n'est jamais pur dans le commerce, c'est même un mélange fort complexe comprenant : du phosphate bicalcique, du phosphate tricalcique, de l'alumine, de l'oxyde de fer, du carbonate de chaux, du chlorure de calcium, de la chaux en excès, de l'eau combinée ou interposée.

Cependant, lorsque la fabrication a été conduite avec soin, le phosphate bicalcique forme les 90 à 95 centièmes du produit. La richesse commerciale de ces produits varie entre des limites assez étendues, depuis 25 p. c. jusqu'à 40 et même 45 p. c. Les produits passablement fabriqués doivent toujours contenir de 35 à 40 p. c. d'acide, donc de 76 à 87 p. c. de phosphate tricalcique. Ce sont les phosphates les plus riches que l'on puisse se procurer.

Le prix, comme on peut le prévoir, varie dans de grandes proportions suivant la richesse en acide et l'assimilabilité.

ASSIMILABILITÉ DE L'ACIDE PHOSPHORIQUE.

C'est une question si importante pour l'agriculteur que nous allons la traiter séparément pour tous les phosphates. Cette solubilité des phosphates dépend de deux ordres de conditions :

De la puissance dissolvante du sol à l'aide de l'eau et des sels qu'il contient déjà.

De l'état d'agrégation propre au phosphate employé.

Le principal dissolvant contenu dans le sol est l'eau; malheureusement il doit être mis hors de cause, car tous les phosphates sont insolubles dans l'eau ou le deviennent rapidement. Si l'eau du sol n'était pas chargée d'agents chimiques capables d'augmenter sa puissance dissolvante, tous les phosphates seraient incapables de servir comme engrais.

Ces agents chimiques sont très nombreux, mais deux seulement par leur abondance jouent un rôle prépondérant. L'acide carbonique, qui existe dans tous les sols indistinctement, soit qu'il y ait été apporté par l'eau de pluie qui le recueille dans l'atmosphère, soit qu'il résulte de la décomposition lente des matières organiques, soit enfin qu'il provienne du fonctionnement même des végétaux qui le puisent par leurs feuilles dans l'atmosphère et le rejettent en grande partie dans le sol par leurs racines. Toutes les terres sont pourvues de cet acide, mais en quantité très variable; les plus favorisées sont celles contenant des matières organiques en décomposition, par exemple du fumier. Le dissolvant le plus énergique est ce que l'on nomme en agriculture l'acide humique (mélange de divers acides organiques), qui donne au sol sa couleur plus ou moins noirâtre. Enfin, les sels ammoniacaux, les sels de potasse, les chlorures, dont la plupart des terres sont plus ou moins riches, augmentent aussi dans une assez large mesure la puissance dissolvante de l'eau à l'égard des phosphates.

Mais le degré d'assimilabilité dépend surtout de l'état physique des phosphates; c'est surtout sur ce point que l'agriculteur doit veiller, car s'il n'est pas maître de la nature de son sol, il peut se procurer des engrais plus ou moins divisés. Les phosphates naturels minéraux sont les moins solubles; viennent ensuite les os, les superphosphates et les phosphates précipités.

Pour déterminer ce degré de solubilité si important, comme on le voit, on ne peut se servir ni de l'eau qui ne les dissout pas, ni des acides énergiques qui désagrègent tous les phosphates indistinctement; on emploie généralement l'oxalate d'ammoniaque, qui exerce une action moins énergique et permet une classification plus complète, car, d'après les nombreuses expériences faites, on peut être sûr que tout l'acide dissous par l'oxalate le sera à plus forte raison par le sol. On appelle assimilabilité d'un phosphate le quantum pour cent de son acide qui se laisse attaquer par l'oxalate.

Quant aux superphosphates, ils sont en général beaucoup plus solubles que les phosphates dont ils proviennent; c'est du reste leur seule raison d'être. Aussitôt même après leur fabrication, une partie est soluble dans l'eau : c'est l'acide phosphorique libre. Mais ce réactif n'est pas suffisant, puisque dans le sol il y a plus que de l'eau; on trouverait ainsi un degré d'assimilabilité inférieur à la réalité. D'un autre côté, l'oxalate est trop énergique, puisque ce réactif attaque tous les phosphates; son action irait donc au delà de la partie réellement désagrégée par l'acide sulfurique et assimilable dans le sol. On emploie en général comme réactif une solution concentrée de citrate d'ammoniaque alcalin, moins énergique que l'oxalate, mais capable de dissoudre le phosphate bicalcique. On restera encore ainsi au-dessous de la réalité, car le phosphate tricalcique, inattaquable par le citrate, l'est encore parfois par certaines terres. L'assimilabilité de la partie insoluble dans le citrate est égale à celle des bonnes poudres d'os

dégélatinés. Du reste, cette partie insoluble est fort peu importante dans les superphosphates de bonne fabrication et peut être négligée. L'assimilabilité dépend aussi beaucoup du degré de finesse de la poudre. En général, les syndicats agricoles rejettent comme insuffisamment pulvérisée toute poudre qui laisse plus de 10 p. c. sur un tamis de 37 mailles au centimètre.

Les prix des superphosphates et des phosphates précipités dépendent du degré d'acide, et beaucoup aussi des différents fabricants.

LA POTASSE.

La potasse, ou plutôt l'oxyde de potassium (K_2O), est peut-être l'élément le plus abondant dans les plantes; certaines récoltes surtout en font une consommation considérable. Heureusement, beaucoup de terres en possèdent suffisamment.

Les sels à base d'oxyde de potassium employés en agriculture sont : 1° le carbonate; 2° le nitrate; 3° le sulfate; 4° le chlorure.

Carbonate de potasse. — Ce sel à l'état de pureté contient : oxyde de potassium K_2O, 68,16; anhydride carbonique CO_2, 31,84.

Dans l'industrie, il n'existe jamais pur, mais mélangé avec les sels qui l'accompagnent dans les produits d'où il est extrait. C'est de tous les sels de potasse le plus facile à décomposer. Tous les acides végétaux peuvent s'emparer de la potasse qu'il contient et chasser l'acide carbonique qui y est associé et qui peut être lui-même utilisé par le végétal. C'est donc le meilleur de tous les sels de potasse. Malheureusement, le prix élevé et les variations de composition de ce produit le rendent peu propre aux usages agricoles. Le carbonate de potasse épuré vaut de 60 à 70 francs les 100 kilos, ce qui met la potasse assimilable à 0 fr. 66 le kilo environ. Quant au carbonate de

potasse brut ou salin de betterave, sa composition varie dans de telles proportions qu'il est presque inutilisable.

Nitrate de potasse. — Comme nous l'avons vu en parlant de l'azote, ce sel contient 46,59 p. c. d'oxyde de potassium. Quoique sa constitution chimique soit beaucoup plus stable que celle du carbonate, il est cependant encore facile à décomposer au sein du végétal où se produisent de puissantes actions réductrices, qui ramènent l'acide nitrique à des degrés inférieurs d'oxydation et même à l'état d'ammoniaque.

Le nitrate devient ainsi doublement utile, par son azote et sa potasse, aux plantes pourvues de réactifs suffisants pour le décomposer.

Le prix du nitrate a beaucoup baissé depuis quelques années, il est actuellement de 50 francs les 100 kilos, ce qui met la potasse à fr. 0,57 le kilo.

Sulfate de potasse. — Ce sel (K_2SO_4), à l'état de pureté, se compose de 54 p. c. d'oxyde de potassium et de 46 p. c. du radical sulfurique. Il provient de diverses sources industrielles ; celle qui en produit la plus grande quantité, c'est le traitement par l'acide sulfurique du chlorure de potassium provenant des gisements d'Allemagne.

Ce sel possède une bien plus grande résistance à la décomposition que les deux précédents. On pensait tout d'abord qu'il ne serait d'aucune utilité à l'agriculture. Les nombreuses expériences faites à ce sujet laissent encore la question fort douteuse. Dans certains cas, en effet, on en a obtenu de très bons résultats ; dans d'autres, au contraire, son action a été complètement nulle. Cela dépend de la nature du sol ; on croit généralement qu'il ne produit un bon effet qu'après avoir été transformé dans la terre en carbonate ou nitrate.

Le sulfate de potasse à 80° vaut actuellement à Paris 25 francs les 100 kilos, ce qui fait ressortir à fr. 0,27 le kilogramme d'oxyde de potassium, fr. 0,11 meilleur marché que dans le nitrate.

Chlorure de potassium. — Ce sel (KCl) contient : potassium 52,41 ; chlore 47,59.

Il provient en grande abondance soit des gisements de sel d'Allemagne, soit du traitement des cendres de varechs, soit enfin des eaux mères des marais salants. Ce sel ne contient pas d'oxyde de potassium tout formé. Pour en fournir aux plantes, il faut donc qu'il subisse tout d'abord une première transformation.

En admettant que la réaction soit complète, on aura la quantité x d'oxyde de potassium pour cent, par la proportion

$$\frac{83}{100} = \frac{52,41}{x} \quad \text{d'où } x = 63,14,$$

car, dans l'oyxde de potassium, il y a 83 p. c. de potassium. Bien que ce sel soit encore d'une assimilabilité fort douteuse, il peut néanmoins rendre d'utiles services à l'agriculture, grâce à son prix peu élevé. Son efficacité dépend du milieu dans lequel il est employé et des autres produits qui l'accompagnent. On emploie, d'ailleurs, cet engrais uniquement mélangé avec d'autres, du sulfate d'ammoniaque et du phosphate acide de chaux. Du reste, actuellement la tendance est au mélange de divers engrais que les fabricants livrent tout formés.

Le chlorure de potassium à 80° vaut aujourd'hui 24 francs les 100 kilos. Il correspond à une richesse en oxyde de potassium de 50 p. c.; il le livre donc à raison de fr. 0,48 le kilo, soit fr. 0,09 meilleur marché que le sulfate et fr. 0,20 meilleur marché que le nitrate. C'est, de tous les sels de potassium, celui qui fournit cet alcali aux meilleures conditions.

LA CHAUX.

C'est, de tous les engrais, le meilleur marché, celui qui a été employé en première date et a produit les résultats les plus merveilleux. Beaucoup de terrains en France, et

en particulier ceux du Bourbonnais, qui ne produisaient, avant 1860, que de misérables seigles, ont été entièrement transformés par la chaux et ont triplé de valeur, en produisant d'abondantes récoltes de froment.

On introduit cet élément dans le sol sous deux formes : la chaux vive (CaO), et le sulfate de chaux ou plâtre ($CaSO_4$). La chaux vive présente plusieurs inconvénients. En premier lieu, elle ne peut pas être employée en même temps que les sels ammoniacaux, car elle les décompose et fait perdre une partie de leur azote. Puis, dans le sol, elle passe rapidement à l'état de carbonate de chaux, qui ne peut être dissous que par un grand excès d'acide carbonique. Le sulfate de chaux, au contraire, apporte l'élément calcaire sous une forme beaucoup plus soluble et ne peut exercer aucune action nuisible sur les autres éléments des engrais. Aussi, bien qu'il ne renferme en moyenne que 40 p. c. de chaux (CaO), on l'emploie presque exclusivement.

Cependant, comme le prix d'achat de ces engrais est peu élevé comparativement aux frais de transport, c'est la proximité qui décide presque uniquement du choix. Ainsi, dans le Bourbonnais, on n'emploie guère que la chaux, malgré ses inconvénients, à cause de son abondance dans le pays même.

Ces deux corps, chaux et sulfate de chaux, sont tellement connus qu'il est inutile de nous y étendre davantage.

H. Primbault.

LA QUESTION MONÉTAIRE

ENVISAGÉE DU POINT DE VUE THÉORIQUE

Des événements récents donnent un intérêt d'actualité à la recherche et à la détermination de la place qui doit être assignée — parmi tous les facteurs de la crise économique et sociale — au facteur monétaire.

La crise monétaire bat son plein. Elle a provoqué la réforme monétaire de l'Inde et, d'autre part, elle a été rendue plus aiguë par cette réforme même. Elle a motivé la réunion prématurée du Congrès législatif de Washington qui vient enfin de voter, le 1er novembre 1893, l'abrogation du *Silver Purchase Act* de 1890. Cette loi, qui obligeait le secrétaire du Trésor (ministre des finances) de l'Union à acheter chaque mois 4 1/2 millions d'onces d'argent au prix du marché, portée en vue de remédier à la crise, avait renforcé une loi analogue antérieure; elle n'a pu empêcher la chute du prix de l'argent métal.

Quelle a été la raison d'être de cette politique des achats d'argent? Ces lingots qui n'étaient point portés à la Monnaie, mais remisés dans les caves du Trésor, sont entrés dans la circulation, sous la forme de billets, *Trea-*

sury Notes. Ce régime monétaire, au moins singulier, était essentiellement temporaire et expectant. Il fut inauguré en 1878, époque à laquelle déjà on ne voulait plus monnayer l'argent déprécié à la suite de circonstances diverses ; on ne voulait pas non plus se résigner à abandonner ce métal aux chances d'une dépréciation plus forte.

Quelle est la cause, ou quelles sont les causes de la crise de l'argent ? Est-ce l'extraction excessive du minerai, est-ce la démonétisation réalisée en divers pays, et la suspension de la frappe par l'Union latine et par les États-Unis ?

Je n'essaierai pas de résoudre la question dans cette étude, du moins d'une façon directe et explicite. Je compte seulement rappeler et comparer les données doctrinales du problème monétaire, en vue de faciliter par là la solution du problème et d'y apporter ma modeste contribution. Cette étude sera donc plutôt déductive : elle appelle au surplus, comme complément et comme moyen d'en contrôler les appréciations, l'examen critique des faits monétaires, examen qui permettra de formuler des conclusions basées sur l'induction.

L'étude des théories monétaires n'est pas d'ailleurs d'ordre métaphysique. *Res tua agitur*, telle est l'épigraphe de nombreux travaux publiés par Émile de Laveleye sur la monnaie. « Qui que tu sois, lecteur, écrit-il en tête de l'introduction de son livre *La monnaie et le bimétallisme international*, c'est de ton intérêt qu'il s'agit dans ce livre. Comme la mort, la monnaie exerce son empire sur tous les humains. » Lui-même a pris soin de raconter les conditions de son initiation aux mystères du problème monétaire. Il habitait, l'été, la campagne sur la frontière de France, à l'époque où, après la découverte des *placers* de l'Australie et de la Californie, l'or abondait et l'argent raréfié faisait prime. « Je recevais mes petites rentes en or, dit-il, et l'hiver, rentré à Gand, je ne l'écoulais qu'à

perte. L'homme est encore très enfant. Rien ne l'irrite comme une perte, si petite qu'elle soit, mais répétée chaque jour, sur des pièces de monnaie qu'il considère comme ayant leur pleine valeur. Je partageai donc l'agacement général et je me mis à étudier la question de la monnaie. »

A la suite de cette première publication (1), Émile de Laveleye ne cessa d'accorder une partie de son activité à l'étude de la monnaie. Pendant plus de trente ans, il ne se passa pour ainsi dire pas une année sans qu'il envoyât à la *Revue des Deux Mondes* ou à la *Contemporary Review* un nouveau plaidoyer bimétalliste : il contribua ainsi, à l'étranger plus encore qu'en Belgique, à vulgariser la science monétaire.

Il en vint à considérer la monnaie comme « le lien de la société humaine », se rencontrant par là, dans une pensée commune, avec le grand Bossuet.

Le rôle économique de la monnaie est considérable. C'est par l'usage de la monnaie que les échanges se sont multipliés, c'est la multiplicité des échanges qui a rendu possible et utile la division du travail, c'est sur la division du travail qu'est édifiée la société économique : car la division du travail est la source de l'activité productive des individus, source elle-même de la richesse des familles et des sociétés.

Il est une autre institution économique, se rattachant d'ailleurs à la division du travail, étant comme elle une des « conditions sociales de la production (2) » : le crédit, dont l'usage de la monnaie est la condition *sine qua non*. Tous les inconvénients du troc qui ont fait rechercher un *medium* d'échange se retrouvent dans le prêt de réciprocité ou « à titre onéreux » et en restreignent ainsi la pratique. En s'introduisant dans les mœurs, le prêt d'argent est venu stimuler l'accumulation de la richesse et la for-

(1) *La Question de l'or*, 1860.
(2) Expression empruntée à M. Gide.

mation du capital. Grâce à la monnaie, et par le moyen du prêt d'argent, l'épargne, jusque-là stérile, a porté des fruits et est devenue la semence d'une richesse nouvelle — le crédit a mis à la portée de tous le moyen d'exercer une activité lucrative.

Telles sont les causes de l'utilité de la monnaie au point de vue économique. Au point de vue juridique, elle tire son utilité du cours légal, de l'obligation imposée à tous par le pouvoir souverain de l'accepter en paiement. Le cours légal n'est d'ailleurs que la consécration que la loi donne à l'usage. L'État n'est point la source de la vie économique ni de la vie juridique, mais bien la nature; l'État ne fait qu'en sanctionner les manifestations normales. La question de l'intervention de l'État, de la convenance et de l'efficacité de cette intervention, est au fond des controverses sur la monnaie. Il ne faut pas s'en étonner: elle est au fond des controverses économiques sur la propriété et sur le travail ; quoi d'étonnant dès lors si on la retrouve à propos de l'échange qui a toujours la propriété ou le travail pour objet. Dans cette question délicate, les opinions extrêmes et à priori s'éloignent de la vérité et de la réalité des faits. L'État doit avoir quelque part à la vie économique, mais il n'est pas le créateur de la richesse : son rôle est celui de garant d'une répartition pacifique et de surveillant d'une répartition équitable.

Les controverses auxquelles l'étude théorique de la monnaie donne lieu se rattachent :

1° à sa définition, c'est-à-dire à la détermination de sa nature même ;

2° et particulièrement à la détermination de ce qui en constitue la valeur ;

3° au choix de l'étalon monétaire et à la possibilité d'établir entre les deux métaux un rapport de valeur qui soit stable ;

4° à la portée de la théorie dite *théorie quantitative de la*

monnaie, c'est-à-dire à l'influence exercée sur les prix par les variations qui se produisent dans la masse monétaire circulante.

Ces questions sont les seules que je compte aborder. Il convient pourtant de dire en passant que les controverses se continuent sur le terrain des faits. Le désaccord porte sur les points suivants : La crise de l'argent a-t-elle une cause naturelle ou une cause légale ? La crise économique a-t-elle pour cause (pour cause d'ordre matériel bien entendu) les perturbations monétaires ou seulement des modifications intervenues dans la production *industrielle* et *agricole*, modification des procédés de production, pays producteurs nouveaux, conditions nouvelles des transports ?

I

DÉFINITION DE LA MONNAIE.

I. *Origine de la monnaie.* — « Tous les peuples civilisés, dès l'antiquité, ont remplacé dans la pratique quotidienne des échanges le troc par l'achat-vente. C'est une convention dans laquelle figure uniformément une marchandise appelée monnaie, qui est prise comme équivalent de toutes les autres (1) ».

Il serait aisé de baser sur cette constatation une définition de la monnaie. Mais la définition serait prématurée. L'accord est loin d'être fait sur la nature de la monnaie, aussi la difficulté n'est-elle pas d'en donner une définition, mais de choisir entre toutes celles qui ont été proposées.

La détermination du rôle économique de la monnaie et des conditions requises pour qu'une chose puisse devenir monnaie nous aidera à faire ce choix.

(1) Cauwès, *Précis d'économie politique*, n° 202.

II. *Fonctions et qualités de la monnaie. — La monnaie instrument d'échange.* — Quelles sont les *fonctions* de la monnaie? Quelles doivent être, en vue de ces fonctions, les qualités de la monnaie ? L'usage de la monnaie est né des inconvénients du troc, notamment du défaut d'équivalence dans le troc, de la difficulté de réaliser l'accord des volontés, rares étant les cas où le désir — ou le besoin — de l'un des échangistes éventuels et le désir — ou le besoin — de l'autre se trouvaient concorder. Trop souvent, contre une chose utile en soi, mais dont on n'avait point l'emploi, l'on ne pouvait obtenir qu'une autre chose, également utile, mais dont on n'avait pas l'emploi non plus. D'autre part, mainte substance corruptible se trouvait perdre toute valeur, faute d'emploi immédiat; mainte richesse, pour se conserver, exigeait des frais tels que sa possession devenait onéreuse...

M. Stanley Jevons rend frappant ce dernier trait par le récit de la déplaisante mésaventure de Mlle Zélie. Voici l'histoire telle qu'il la raconte : « Il y a quelques années, Mlle Zélie, chanteuse du Théâtre Lyrique de Paris, fit autour du globe une tournée artistique, et donna un concert aux Iles de la Société. En échange d'un air de *La Norma* et de quelques autres morceaux, elle devait recevoir le tiers de la recette. Quand on fit les comptes, on trouva qu'il lui revenait pour sa part : trois porcs, vingt-trois dindons, quarante-quatre poulets, cinq mille noix de coco, sans compter une quantité considérable de bananes, de citrons et d'oranges. A la Halle de Paris, la vente de ces animaux et de ces végétaux aurait pu rapporter quatre mille francs, ce qui aurait été pour cinq airs une assez jolie rémunération. Mais dans les Iles de la Société les espèces étaient rares ; et comme Mlle Zélie ne put consommer elle-même qu'une faible partie de sa recette, elle se vit bientôt obligée d'employer les fruits à nourrir les porcs et la volaille. »

Pour obvier aux inconvénients du troc, on s'accoutuma

à accepter dans tous les échanges une même marchandise pour équivalent de toutes les autres. Cette marchandise devint ainsi l'instrument universel de l'échange.

Comme exemple des monnaies primitives — monnaies des temps primitifs, monnaies des peuples arriérés de l'ère moderne — on peut citer le bétail, les fourrures, les coquillages, les verroteries. L'usage de la monnaie métallique est également fort ancien. Les métaux furent d'abord échangés à l'état natif ou à l'état de lingots ; on leur donna ensuite une forme déterminée : celle du disque a prévalu et s'est perpétuée. Les premières monnaies métalliques des Latins furent marquées d'une tête de bétail qui rappelait l'unité monétaire antérieure. L'appellation du numéraire *pecunia* continua à rappeler cette origine quand la tête de bétail cessa de figurer sur les monnaies.

A la première fonction de la monnaie se rattachent toutes les autres. L'on peut donc traiter dès à présent des qualités qui furent recherchées dans l'objet auquel le rôle monétaire fut dévolu.

Ces qualités sont l'exacte divisibilité et l'inaltérabilité. On peut y ajouter une assez grande *valeur* sous un petit volume pour la facilité de la conservation et de la circulation, et pour la réalisation d'une condition d'importance capitale : l'accord sur l'objet ainsi choisi. Ceci n'est point une qualité de la monnaie, mais seulement la condition sans laquelle il n'y a point de monnaie.

Les qualités requises de la monnaie sont réalisées à un haut degré par les métaux dits précieux. L'or et l'argent sont extrêmement malléables, ils ont donc la qualité de la divisibilité ; ils sont inaltérables (incorruptibles, incassables, presque inusables).

III. *L'équivalence des prestations, condition essentielle de l'échange.* — La marchandise choisie comme monnaie dut avoir une valeur qui lui fût propre. La monnaie es une création de l'accord, de l'habitude des échangistes, et

dans l'échange chacun des échangistes veut recevoir l'équivalent de ce qu'il donne. Cette équivalence est de l'essence de l'échange.

Si les métaux précieux furent choisis pour remplir le rôle de monnaie, c'est que les échangistes eurent la ferme conviction que les lingots ou les disques qu'ils recevaient *valaient* les objets qu'ils échangeaient contre du fer, de l'argent ou de l'or.

L'un des éléments de cette valeur attribuée aux métaux précieux, ce fut incontestablement leur rareté, rareté qui est un facteur important de la valeur pour la généralité des choses. Il convient d'ajouter que la rareté et l'abondance sont choses relatives : il est incontestable que, par un effet de répercussion harmonique dont les phénomènes économiques fournissent maint exemple, le fait que les échangistes choisirent les métaux comme monnaie ajouta à la valeur du métal, en étendant considérablement son emploi, en créant la demande du métal pour l'usage monétaire à côté de la demande du métal pour l'usage industriel et somptuaire.

L'accord des échangistes semble bien être un accord *libre*. De ce point de vue, il crée pour une part la valeur de la monnaie, mais, d'autre part, l'usage monétaire semble bien être l'attribut naturel des métaux précieux : de cet autre point de vue le choix des échangistes apparaît comme *forcé*, et la valeur de la monnaie comme la conséquence unique de ses qualités intrinsèques.

« C'est par la nature des choses que tous les peuples parvenus à un certain développement ont choisi l'un de ces deux métaux — l'or et l'argent — pour l'intermédiaire de leurs échanges, dit M. Paul Leroy-Beaulieu. Ces métaux ont par eux-mêmes une certaine utilité ; puis ils plaisent par leur éclat ; ils sont d'un usage général pour la parure ; ils sont rares et d'une production difficile ; à peu près inaltérables, ils se laissent diviser avec facilité ; ils ont un poids considérable sous un petit volume ; vu le

travail qu'il faut pour les extraire de la mine, ils ont une grande valeur et représentent beaucoup de travail humain pour une faible masse (1) ».

IV. *La monnaie mesure commune de la valeur. Connexité des deux fonctions.* — En devenant l'instrument habituel de l'échange, la marchandise à qui cette fonction est échue est devenue un dénominateur commun de la valeur des choses, une mesure commune de la valeur. Ces deux fonctions sont connexes : c'est dans l'échange et pour l'échange que la monnaie sert de mesure de valeur. Néanmoins on peut et on doit les distinguer. Ce n'est point du tout un cas extraordinaire que celui de la séparation réelle de ces fonctions. Nous en demeurerons convaincus quand nous aurons parcouru tout le cycle des fonctions de la monnaie.

Si vous supposez deux personnes disposées à échanger entre elles du blé contre du bétail, reste la question de savoir combien il faudra de blé par tête de bétail : il y aura lieu de déterminer le *taux* de l'échange.

« Avec le système de l'échange, la liste des prix courants serait un document singulièrement compliqué, dit M. Stanley Jevons, car chaque denrée y devrait être évaluée en termes de chaque autre denrée ; autrement on serait réduit sans cesse à des applications très incommodes de la règle de trois. Entre cent articles, il n'y a pas moins de 4950 échanges possibles, et tous ces échanges doivent être ramenés soigneusement les uns aux autres, sinon le commerçant rusé fera des bénéfices trop aisés en achetant aux uns pour revendre aux autres.

» Toutes ces difficultés disparaissent si l'on choisit une des marchandises, et si l'on fixe le taux auquel elle doit s'échanger contre chacune des autres. La marchandise choisie devient ainsi un *commun dénominateur*, ou une

(1) *Traité de la science des finances*, 5e édition, tome second, p. 214.

commune mesure de valeur, elle nous fournit les termes dont nous nous servons pour évaluer tous les autres objets, de sorte que leurs valeurs respectives peuvent se comparer sans difficulté (1) ».

On voit déjà le lien et la succession de ces deux fonctions de la monnaie : moyen d'échange, mesure de la valeur. « En s'habituant à échanger souvent des objets contre certaines sommes de monnaie, on apprendra à évaluer les autres choses en unités de cette monnaie, de sorte que tous les échanges pourront se calculer et s'accomplir sans difficulté par la comparaison de la valeur de la monnaie et des objets échangés (2) ».

Dans le troc, l'une chose est déjà la mesure de l'autre ; par l'universalité de son emploi, la monnaie devient une mesure *commune* de la valeur. C'est donc une réalité que M. Stanley Jevons constate, quand il dit que « tout acte d'échange se présente à nous sous la forme d'*un rapport entre deux nombres*. D'ordinaire on emploie le mot valeur, et si, aux prix courants, une tonne de cuivre s'échange contre dix tonnes de fer en barres, on a l'habitude de dire que la valeur du cuivre égale dix fois celle du fer.

» Cet emploi du mot valeur, dans le sens du moins où nous le prenons ici, n'est qu'une manière indirecte d'indiquer un rapport. Quand nous disons que l'or vaut plus que l'argent, nous entendons par là que, dans les transactions ordinaires, le poids de l'argent dépasse celui de l'or contre lequel on l'échange (3) ».

V. *La monnaie étalon de valeur ou valeur régulatrice. La valeur de la monnaie doit être stable.* — De la fonction de mesure commune de la valeur, M. Stanley Jevons dis-

(1) *La Monnaie et le mécanisme de l'échange*, édition de la BIBLIOTHÈQUE SCIENTIFIQUE INTERNATIONALE, 1891, p. 4.
(2) Stanley Jevons, *loc. cit.*, pp. 11-12.
(3) *Loc. cit.*, pp 9-10.

tingue celle d'étalon de valeur, ou valeur type et régulatrice, qu'il considère comme une troisième fonction de la monnaie.

En quoi consiste la différence entre l'une et l'autre fonction? En appelant la monnaie une mesure commune de la valeur, on entend qu'elle mesure toutes choses, qu'elle fixe le rapport de valeur qu'elles ont entre elles. Comme étalon de valeur, elle mesure de plus les variations de valeur d'une même chose ou de choses identiques, dans le temps et dans l'espace.

Dans le premier cas, telle somme de monnaie est considérée comme l'expression de la valeur relative des choses; dans le second cas, comme l'équivalent réel des choses.

La distinction est utile à faire, quand ce ne serait que pour l'avantage qu'elle a de mettre en relief une qualité que doit présenter la monnaie étalon : la stabilité de valeur. Comme la valeur elle-même, la stabilité de la valeur provient pour partie des qualités propres du métal monétaire, notamment de son inaltérabilité, pour partie de l'usage monétaire du métal, qui assure un débouché constant à la production du minerai. C'est là une preuve de plus des harmonies naturelles des phénomènes économiques.

La stabilité de la valeur est indispensable pour assurer l'équivalence des prestations dans les transactions à terme. Nous avons considéré jusqu'ici deux échangistes mettant en présence, l'un telle quantité de marchandises qu'il veut vendre, l'autre telle quantité de monnaie au moyen de laquelle il veut acheter cette marchandise. D'autres cas peuvent se présenter qui sont encore des échanges pour l'économiste; pour le juriste, ils portent des noms spéciaux.

Si je vous remets du blé à la condition que vous me le paierez dans trois mois, cet échange s'appelle une vente à crédit : l'une des obligations est accomplie, l'autre reste à accomplir. L'équivalence des prestations et partant le concours des volontés n'existerait pas, si la valeur de la monnaie n'était pas supposée demeurer stable.

Il faut en dire autant de la vente à terme, du prêt de consommation, du prêt à intérêt. Ce dernier contrat fournit le moyen d'employer lucrativement le numéraire accumulé, dont l'emploi monétaire constitue la principale utilité.

VI. *La monnaie moyen d'accumuler la valeur.* — Indiquons seulement une quatrième fonction de la monnaie, sur laquelle les économistes sont d'accord : celle de moyen d'accumuler de la valeur. La distinction précédente au contraire — entre commune mesure de la valeur et valeur régulatrice — ne se retrouve pas dans toutes les définitions de la monnaie.

VII. *La monnaie moyen de paiement.* — Voici la définition que donne Émile de Laveleye : « La monnaie est l'objet ou les objets que l'usage ou la loi fait employer comme moyen de paiement, instrument d'échange et commune mesure des valeurs. »

Cette définition met en première ligne une fonction de la monnaie dont je n'ai pas encore traité explicitement jusqu'ici, et qu'on retrouve déjà dans la définition de la monnaie par Aristote : « La nécessité, dit-il, introduisit la monnaie. On convint de donner et de recevoir, dans les échanges, une matière qui, utile par elle-même, fût facilement maniable dans les usages habituels de la vie; ce fut du fer, par exemple, de l'argent ou telle autre substance, dont on détermina d'abord la dimension et le poids, et qu'enfin, pour se délivrer des embarras des continuels mesurages, on marqua d'une empreinte particulière, signe de sa valeur. Mais la monnaie n'est, par elle-même, qu'une frivolité, une futilité; elle n'a de valeur que par la loi et non par la nature, puisqu'un changement de convention parmi ceux qui en font usage peut la déprécier complètement et la rendre tout à fait impropre à satisfaire aucun de nos besoins (1) ».

(1) *Politique*, I, VI. D'après la traduction d'Émile de Laveleye. dans son ivre *La Monnaie et le bimétallisme international*, p. 2.

Bien qu'assez longue, la citation m'a paru mériter d'être reproduite en entier. De sa dernière partie l'on a conclu que la monnaie était une création de la loi. C'est forcer le sens du texte, car Aristote reconnaît que les métaux ont été choisis pour l'usage monétaire à cause de qualités intrinsèques qu'il distingue très nettement.

VIII. *L'usage et le rôle de la monnaie sanctionnés par le pouvoir social.* — Jusqu'ici on n'a envisagé la monnaie que comme la résultante d'une nécessité économique. Comme d'autres faits de l'ordre économique, l'usage de la monnaie a reçu la sanction du pouvoir social. Cette intervention de l'État s'est manifestée de diverses manières.

Reprenant à son tour une partie, mais une partie seulement de la définition d'Aristote, M. Pirmez définissait la monnaie à la Conférence monétaire internationale tenue à Paris en 1881 : « une marchandise pesée et contrôlée par l'État ».

En garantissant le poids et le titre de la monnaie, l'État fait évidemment chose utile ; il donne ainsi en quelque sorte un état civil à la monnaie; malheureusement le souverain ne s'en est pas tenu là. Nous voyons dans l'histoire les princes se réserver le droit de battre monnaie, c'est-à-dire d'émettre de la monnaie ; et nous les voyons de plus altérer la monnaie.

Plusieurs souverains du continent furent les premiers faux-monnayeurs — les plus effrontés faux-monnayeurs — — de leur royaume. L'altération de la monnaie se fait de deux manières : par la réduction de la quantité de métal fin de l'unité monétaire, ou bien par la réduction de son poids, le *titre* de la frappe restant le même (1), ainsi que la valeur nominale des pièces. Les rois d'Angleterre,

(1) Le *titre* est la quantité proportionnelle de métal fin contenu dans une pièce de monnaie. Lors du monnayage, on ajoute une certaine quantité de cuivre, généralement 1/10, à l'or ou à l'argent, pour rendre les pièces plus dures et augmenter ainsi leur résistance à l'usure.

d'après l'historien des prix dans ce pays, Thorold Rogers, ne recoururent qu'à ce dernier mode. L'altération du titre est bien plus fâcheuse. Elle fut une des causes du *cours forcé* (1), car l'État n'est point un marchand ordinaire : il ne prétendit pas souffrir qu'on se passât de sa marchandise.

Au surplus, appliqué à de bonne monnaie, le pouvoir libératoire est une facilité pour les transactions et un bienfait pour la société; il est la consécration juridique de la fonction économique de l'étalon de valeur. C'est par le cours légal que la monnaie devient pleinement la valeur-type, la valeur régulatrice. « Le caractère essentiel de la monnaie principale, dit Émile de Laveleye, est d'être investie du pouvoir payant sans limite, c'est-à-dire qu'elle peut valablement être offerte pour tout paiement (2) ».

IX. *La monnaie fiduciaire. Le papier monnaie.* — Il faut distinguer de la monnaie pleine et de la monnaie altérée — qui n'est qu'une forme de la fausse monnaie — la monnaie fiduciaire et le papier monnaie.

Quand l'État émet par lui-même ou par une Banque d'État à ce autorisée des billets *convertibles* en monnaie métallique, on est en présence d'une monnaie fiduciaire, mais qui peut être excellente : tant vaut le crédit de l'État ou de la Banque, tant vaut le billet. La pleine valeur du billet de banque lui vient du crédit de l'État et de l'émission limitée, deux conditions d'ailleurs intimement liées en ce sens que celui-ci — le crédit de l'État — dépend de celle-là—l'émission limitée. En ce sens encore que le crédit

(1) On appelle *pouvoir libératoire* ou *cours légal* de la monnaie le droit qu'elle confère au porteur de s'en servir pour tous paiements. Quand le législateur défend de prévoir dans les transactions la prohibition du paiement en monnaie légale, le cours légal prend le nom de *cours forcé*.

(2) *La Monnaie et le bimétallisme international*, p. 144. — Par contre, « la monnaie divisionnaire, ou d'appoint, n'est investie du pouvoir payant que pour une somme limitée, cinquante francs en France. » Il s'agit de la *menue* monnaie : les pièces d'argent de deux francs et moins.

de l'État est la vraie garantie pour le porteur du billet que l'émission ne sera pas forcée.

Quant au papier monnaie inconvertible, à cours forcé, il n'est qu'un emprunt déguisé et forcé. L'émission de ce papier n'est qu'une violence du débiteur qui oblige son créancier à se payer d'un simple signe monétaire. Comme l'État paie de la sorte des personnes qui ne sont point ses créanciers volontaires, on peut même dire qu'entre ce procédé et le vol il n'y a point de différence essentielle.

L'émission de monnaie fiduciaire, de papier convertible à vue, n'est qu'une facilité donnée aux affaires, une augmentation réglée scientifiquement de l'instrument d'échange et qui laisse à la monnaie sa valeur. Elle ne préjudicie à personne.

Il n'en est pas de même de la proclamation du cours forcé, précurseur de la banqueroute, s'il n'en est l'aveu. Cette règle souffre cependant des exceptions : tel État serait assez riche pour reprendre les paiements en espèces, qui s'y refuse pour des raisons auxquelles la science monétaire est complètement étrangère.

X. *Limites diverses au pouvoir d'émission.* — Indépendamment des règles scientifiques relatives à l'émission des billets de banque, il est une limite naturelle à cette émission : la confiance du public qui accepte volontairement d'être créancier de l'État ou de la Banque émettrice. Enfin, pour tout État, la circulation fiduciaire ou forcée est limitée territorialement : elle a pour limites les frontières de l'État.

Sans doute, tout comme la monnaie réelle qui conserve partout sa valeur, la monnaie fiduciaire d'un État riche circule aisément en dehors de l'État. L'on ne refuse nulle part le papier anglais, français, belge. « Il vaut de l'or », en ce sens qu'il est une créance de toute sûreté. Mais il circule, en pareil cas, comme titre de crédit, non comme monnaie. La différence est essentielle, comme on le verra.

XI. *Circulation internationale de la monnaie.* — La monnaie qui jouit d'une circulation internationale est seulement celle qui est vraiment l'équivalent des choses : il s'ensuit que, la valeur marchande de l'argent étant aujourd'hui bien différente de la valeur nominale des pièces d'argent, celles-ci ne sont plus que de la monnaie fiduciaire, des billets de banque écrits sur métal, selon la définition qu'Eudore Pirmez donnait du billon. L'or seul est aujourd'hui une monnaie internationale.

XII. *Nature de la monnaie.* — Sur la nature de la monnaie, deux théories extrêmes sont en présence. D'après l'une, la monnaie n'est qu'une marchandise comme les autres, mais pesée et contrôlée par l'État, il est vrai. D'après l'autre, la monnaie est une création de la loi, ce n'est qu'un signe de la valeur, ce n'est pas l'équivalent des choses contre lesquelles on l'échange.

Dans la vérité des faits, la monnaie est une marchandise affectée par la coutume à un usage spécial, et dont la loi sanctionne l'affectation coutumière, non seulement par la pesée, le contrôle du titre et en y gravant son empreinte, mais en consacrant son pouvoir libératoire, en lui donnant le cours légal. La loi affecte ainsi la valeur de la monnaie comme le ferait le concours universel des échangistes.

C'est donc une théorie trop absolue que celle d'après laquelle la monnaie est une simple marchandise qu'on n'est pas obligé de peser et de vérifier quant au titre, grâce à la prévoyance de l'État qui a pris soin d'obvier à ces *impedimenta* du commerce.

Il faut faire aussi le reproche d'être trop absolue à la théorie de la monnaie signe. « D'après Aristote, la monnaie est une institution publique. Elle tire sa valeur non de la nature, mais de la loi. C'est l'usage qu'on fait des métaux précieux, peu utiles par eux-mêmes, qui en fait la

valeur (1) ». Aussi la monnaie peut-elle être faite, dit Émile de Laveleye, « de papier sans aucune valeur intrinsèque », bien qu'il vaille mieux « la faire d'or ou d'argent, afin de la soustraire aux abus de l'émission arbitraire (2) ».

XIII. *Nature du billet de banque.* — Le billet de banque est-il une monnaie réelle ou seulement fiduciaire? Dans la théorie de la monnaie signe, toute monnaie est fiduciaire.

« Une guinée, dit Adam Smith, peut être considérée comme un billet pour une certaine quantité de choses nécessaires ou utiles, sur tous les commerçants du voisinage. » Cette définition de la guinée met bien en relief deux des fonctions de la monnaie : celle de médium d'échange, celle de moyen de paiement. Elle est équivoque néanmoins. Sans doute, la monnaie réelle (monnaie métallique) tient en partie sa valeur d'échange de son rôle spécial dans l'échange, mais cette valeur lui est commune avec le métal dont elle est faite. La pièce de 20 francs vaut autant pour le bijoutier que pour tout autre citoyen : fondue, elle garde la valeur qu'elle avait à l'état monnayé.

On n'en peut dire autant du billet de banque : la matière dont il est fait est infime : c'est une créance, et ce n'est qu'une créance.

A la conférence monétaire internationale de Bruxelles, un délégué des États-Unis d'Amérique, M. le sénateur John P. Jones, a pris plaisir à citer une quantité d'aphorismes analogues à celui d'Adam Smith, que je viens de rappeler (3). Il ne faudrait pas ranger tous ceux qui les ont émis, surtout les contemporains, parmi les partisans de la théorie que je combats. Plusieurs sont des monométallistes avérés, ce qui équivaut à dire des partisans déterminés de la théorie qui considère la monnaie comme une simple marchandise. Tel l'Américain Walker, tel feu

(1) Émile de Laveleye, *La Monnaie et le bimétallisme international*, p. 21.
(2) Id., *ibid.*, p. 24.
(3) V. *Procès verbaux de la Conférence monétaire internationale de 1892*, p. 266 et suivantes.

Bonamy Price... — Berkeley en Angleterre, Montesquieu en France, sont au contraire bien nettement partisans de la théorie qu'on prétend étayer de l'autorité d'Aristote.

Berkeley pose les questions suivantes (les termes sont tels que la réponse de l'auteur se devine) : « Si les expressions couronne, livre, livre sterling, ne doivent pas être considérées comme des exposants ou des dénominations ? Si l'or, l'argent ou le papier ne sont pas des bons ou des jetons pour le calcul, pour l'écriture et la transmission de ces dénominations ? Si, en conservant les dénominations, bien que le métal eût disparu, les choses ne continueraient pas à être mesurées, achetées ou vendues, l'industrie à être activée et la circulation commerciale à être obtenue ? (1) »

Montesquieu a commis une erreur singulière. « Les Noirs de la côte d'Afrique, dit-il, ont un signe des valeurs sans monnaie : c'est un signe purement idéal, fondé sur le degré d'estime qu'ils mettent dans leur esprit à chaque marchandise. Une certaine denrée ou marchandise vaut trois macutes, une autre six macutes, une autre dix macutes ; c'est comme s'ils disaient simplement trois, six, dix. Le prix se forme par la comparaison qu'ils font de toutes les marchandises entre elles ; pour lors il n'y a point de monnaie particulière, mais chaque portion de marchandise est monnaie de l'autre (2) ». Montesquieu était mal renseigné : macute est le nom d'un coquillage employé comme monnaie.

XIV. *Monnaie réelle et monnaie signe.* — Il est superflu, sans doute, d'ajouter que les coquillages sont des monnaies réelles. Le professeur Francis A. Walker dit, en parlant des cailloux sculptés, des perles de verre, des coquillages et des plumes rouges dont on se servait comme

(1) Cité par M. Jones, *Procès-verbaux de la Conférence monétaire internationale de 1892*, p. 268.

(2) *Esprit des lois*, XXII, VIII.

monnaie en divers pays et à certaines époques : « C'était là une bonne monnaie, bien qu'elle ne servît qu'à l'ornementation et à la décoration. Tout le monde la désirait généralement : pour la posséder, les hommes donnaient les fruits de leur travail, sachant que contre ces objets ils pouvaient obtenir les fruits du travail d'autrui au moment, en la forme et en la quantité qui seraient à leur convenance (1) ». Une telle monnaie est acceptée comme l'équivalent des choses contre lesquelles on l'échange. Si minime que soit sa valeur propre, abstraction faite de l'usage monétaire, celui-ci néanmoins est en quelque sorte greffé sur l'usage non monétaire. Le coquillage, en effet, est un objet d'ornementation, il a certaines des qualités qui font un bon médium d'échange en quelque manière : l'on en trouve suffisamment de semblables, il est incorruptible, etc. L'usage monétaire a pu en accroître singulièrement la valeur ; il ne l'a pas créée. Nous sommes en présence d'une monnaie réelle.

Le billet de banque, au contraire, valût-il cent mille fois le coquillage, est une monnaie fiduciaire. Il doit *toute* sa valeur à la loi. S'il est remboursable en espèces métalliques, il est bien clair, à première vue, que c'est un titre de crédit et pas autre chose. Il n'est monnaie que par le cours légal.

Le papier monnaie qui n'est point remboursable en numéraire métallique tire toute sa valeur de la loi et du cours forcé. On ne l'accepterait point si l'on n'y était contraint. L'émission de papier monnaie est pour l'État un mode d'emprunt facile, mais ruineux et malhonnête le plus souvent. Ruineux, parce que l'émission en est si facile qu'elle est une mesure de fiscalité tentante et qu'elle finit par enlever tout crédit à l'État. Malhonnête, elle l'est aussi, chaque fois qu'elle n'est pas justifiée par quelque circonstance exceptionnelle, comme une guerre par exemple.

(1) Jones, *Procès-verbaux de la Conférence de Bruxelles*, p. 267.

Les partisans de la monnaie signe sont bimétallistes : ils sont en cela illogiques. Si la théorie est vraie, il faut donner raison à Berkeley et à Montesquieu, il faut renoncer à la monnaie métallique. Mais on ne va pas jusque-là, ce qui condamne la théorie.

II

VALEUR DE LA MONNAIE.

Ce sont des questions connexes que celle de la nature de la monnaie et celle de la détermination de ce qui fait la valeur de la monnaie.

I. *La loi ne crée pas la valeur de la monnaie.* — Si l'on considère la monnaie comme une création de la loi, c'est la loi aussi qui en fixe la valeur. Théorie fort simple, mais erronée : cette monnaie qui est une pure création du législateur, le papier monnaie inconvertible, *à cours forcé,* ne demeure pas généralement au pair. L'on peut émettre cette règle : là où règne le cours forcé, là règne l'agio. C'est-à-dire, là, la monnaie internationale, la *vraie* monnaie, fait prime. Là, les choses ont deux prix : l'un qui est bas, le prix en monnaie de métal ; l'autre qui est élevé, le prix en monnaie de papier.

II. *Valeur des choses en général et valeur de la monnaie.* — Si au contraire on considère la monnaie comme une marchandise, on se trouve en présence des théories très diverses, souvent très subtiles, qui ont pour objet la valeur en général. C'est là une première difficulté. Il faut ensuite faire l'application de ces théories à la monnaie, seconde difficulté, car la monnaie n'est point une marchandise comme les autres.

Avant de rechercher d'où vient à la monnaie sa valeur,

il ne sera pas inutile d'indiquer avec précision ce que l'on entend par valeur de la monnaie.

Pour la généralité des choses, demander ce qu'elles valent, c'est en demander le prix.

Pour l'objet qui sert à payer le prix, demander ce qu'il vaut, c'est demander quel est son pouvoir d'achat.

« Deux éléments concourent à la formation des prix, dit M. de Molinari : ce sont d'une part les frais de production, de l'autre l'offre et la demande (1) ».

Le prix des choses n'étant que l'expression de leur valeur en monnaie, il est tout indiqué que les mêmes éléments qui concourent à sa formation se retrouvent lorsqu'il s'agit du pouvoir de la monnaie, de son prix somme toute.

L'on ne s'étonnera donc pas de lire la formule suivante, qui n'est que l'application à la monnaie de celle que j'ai reproduite d'après M. de Molinari : « La valeur de l'or et de l'argent par rapport aux autres marchandises est déterminée à chaque instant par les frais de production de ces métaux et par la relation des quantités qui en existent avec les besoins généraux de l'humanité (2) ».

Cette formule peut être admise, pourvu que l'on ne perde pas de vue le second élément de la valeur de l'or et de l'argent, l'usage monétaire et les besoins monétaires. C'est cependant ce que font nombre de spécialistes : en général les monométallistes identifient la valeur de la monnaie et le coût de production de la matière métallique dont elle est faite.

Si nous remplaçons le mot *valeur* par l'expression équivalente *pouvoir d'achat,* nous échapperons aisément aux équivoques.

Renonçons donc délibérément à entrer dans les controverses relatives à la valeur. La valeur est-ce la matière, est-ce le travail ? Est-elle utilité, besoin, estimation ?

(1) *Journal des Économistes,* juin 1851.

(2) P. Leroy-Beaulieu. *Traité de la science des finances,* 5e édition, t. II, p. 615.

III. *Double élément constitutif de la valeur d'échange.* — La valeur dont il s'agit ici, la valeur d'échange, c'est-à-dire le pouvoir d'acquisition d'une chose à l'égard d'autres choses, ce n'est pas uniquement ce qu'elle a coûté à produire : c'est ce qu'elle peut acheter. Voilà la mesure.

La monnaie vaut, non seulement ce qu'a coûté l'extraction du minerai, mais ce que donne en échange de la monnaie celui qui vend des marchandises ordinaires pour acquérir cette marchandise spéciale.

La valeur *d'échange* se mesure *dans l'échange.* Celui qui la fixe, c'est le consommateur, non le producteur. D'autre part, dans les cas normaux, le producteur ne cèdera son produit qu'à la condition de recevoir plus que le remboursement de tous les frais de production, son travail y compris. Ce bénéfice qu'il espère — et que généralement il réalise — est tout le ressort de l'activité humaine dans l'ordre économique.

Il demeurera bien évident, je crois, après ces considérations, que la valeur ne peut être identifiée avec le coût de production.

Celui-ci n'est qu'un facteur du problème, un facteur fort important, il est vrai. Par ce qui précède on a compris déjà que le coût de production est la moindre valeur probable d'une chose, et un élément d'estimation essentiel pour la généralité des marchandises.

IV. *La valeur d'échange tend à se rapprocher du coût de production.* — De plus, grâce à la concurrence, la valeur d'échange tend à se rapprocher du coût de production. C'est là un fait. Il importe d'en préciser la véritable portée : la valeur qui, sous l'empire de la concurrence, tend à se rapprocher du coût de production, ne tend pas à s'identifier avec lui. On peut comparer la tendance du coût de production à celle de l'intérêt qui tend à se rapprocher de zéro, non à atteindre cette limite extrême. La tendance vraie est conforme à l'utilité générale, la com-

munauté en bénéficie. La tendance de l'intérêt à atteindre zéro, celle de la valeur à se confondre avec le coût de production seraient nuisibles ; elles feraient obstacle à l'essor de l'activité économique. Si la première venait à se réaliser, les capitaux se soustrairaient aux emplois industriels ; si la seconde venait à s'accomplir, les entrepreneurs feraient défaut à leur tour.

Autre raison de repousser l'identification de la valeur et du coût de production. La valeur des choses, à quantités et qualités égales, sera généralement une sur le même marché et même sur tous les marchés, compte tenu des différences produites par les frais de transport, de celles qui ont une cause artificielle, tel un droit d'entrée ; le coût de production pourra être multiple, très différent selon les procédés de production, le degré de perfectionnement des moteurs mécaniques, le prix de la main d'œuvre, etc. Les soumissions si différentes qui sont faites lorsqu'un travail quelconque est mis en adjudication en sont une preuve bien tangible.

Le coût de production dont les prix tendent à se rapprocher est le coût moyen. Si le producteur obtient un prix plus élevé que le coût le plus élevé, des concurrents, sinon lui-même, multiplieront la production d'un objet si demandé, et le prix baissera par là-même. Si le prix, au contraire, ne rémunère que le fabricant du produit dont le coût de production est le plus bas, la conséquence en sera une diminution de la production : la demande restant par hypothèse égale à ce qu'elle était d'abord, la hausse s'en suivra. Une modification dans la quantité des besoins des consommateurs pourrait exercer une action analogue.

V. *L'offre et la demande.* — Nous touchons ici à l'intervention du second facteur des prix, ou plus généralement de la valeur : l'offre et la demande, en d'autres termes la quantité des produits, et le besoin qu'on en a.

L'offre et la demande, en effet, indépendamment de leur

action directe sur la valeur et les prix — action qu'il nous faudra étudier plus loin — agissent déjà indirectement sur la valeur en influant sur le coût de production, puisqu'une modification dans l'offre ou dans la demande peut modifier celui-ci.

D'autre part, une invention nouvelle, machine ou procédé de fabrication, peut, en modifiant le coût de production et en nécessitant des conditions différentes de fabrication ou d'extraction, exercer une influence considérable sur l'offre et la demande. Ce sont là des constatations qui ne doivent pas étonner. L'action réciproque des phénomènes économiques, leur répercussion indéfinie sont bien connues de tous ceux qui sont voués aux études d'économie politique. L'utilisation de la force de la vapeur comme force motrice dans l'industrie est l'un de ces faits qui a modifié à la fois les conditions et le coût de la production, l'offre et la demande.

VI. *Application de ce qui précède à la monnaie.* — Il reste à rechercher dans quelle mesure, dans quelles conditions spéciales, les éléments constitutifs de la valeur de la généralité des marchandises concourent à la formation de la valeur de l'instrument universel de l'échange, la monnaie métallique.

Il n'y a plus lieu de revenir sur les raisons qui font rejeter l'identité de la valeur de la monnaie et du coût de production de la matière dont elle est faite. Ce serait se répéter.

Mais pour ce qui est du rôle du coût de production comme facteur de la valeur ou du pouvoir d'achat de la monnaie, il ne se présente pas ici dans les mêmes conditions qu'auparavant.

Nous avons vu que le coût de production est, somme toute, l'élément essentiel, sinon l'élément unique, d'appréciation, lorsqu'il s'agit de déterminer la valeur ou le prix d'une marchandise ordinaire. Cela n'est plus vrai pour la

monnaie. La cause déterminante de la tendance du prix des choses à se rapprocher du coût de production, c'est la concurrence, qui suppose elle-même la possibilité d'augmenter indéfiniment l'offre du produit.

La connexité du coût de production et de la valeur d'échange suppose donc l'absence de tout monopole artificiel ou naturel. Parmi les monopoles, ceux que ce terme rappelle immédiatement à notre souvenir, sont des monopoles artificiels : ce sont des institutions d'État, comme le monopole du sel, des tabacs, de l'alcool, ou encore des syndicats de producteurs, trusts ou corners qui ont pour but de relever les prix. Ces monopoles supposent ou un producteur unique réglant la production à son gré, ou des producteurs coalisés au lieu d'être concurrents. La limitation qu'ils apportent à la concurrence est artificielle en ce sens qu'en pareil cas la production est intentionnellement limitée.

A la suite d'Émile de Laveleye, j'appelle au contraire monopole naturel, celui qui tient à la nature, non à l'artifice de la raison humaine dans un but de fiscalité ou de lucre ; j'appelle ainsi la limite naturelle de la production.

Il est bien des choses que l'homme multiplie à peu près à sa guise : tels les produits agricoles qui ne demandent qu'une saison pour arriver à l'état où la consommation les réclame et les utilise. Partez de là, parcourez les étapes de durée de production de plus en plus considérable qui vont du blé au minerai précieux, en passant par la forêt, dont la croissance exige déjà de longues années, la tourbe, dont la formation exige plusieurs siècles, la houille et les substances minérales enfin.... Des choses telles que l'or et l'argent, dont il ne s'en forme plus dans la nature, l'on dit qu'elles jouissent d'un monopole naturel.

On le voit, la condition à laquelle la valeur des marchandises tend à se rapprocher du coût de production fait ici défaut.

Et d'ailleurs comment comparer, au point de vue qui

nous occupe, des produits qui se consomment au sens strict, rapidement et complètement, à l'or et à l'argent, dont l'usage monétaire constitue le principal emploi, et qui remplissent leur fonction économique sans consommation ni altération. Au point de vue de sa valeur, la monnaie ne peut même pas être comparée au minerai de fer par exemple, ni au charbon. Non seulement le charbon, mais le fer même se consomme, car la rouille le ronge et le détruit ; lorsque de vieux rails de chemins de fer sont mis hors d'usage, la quantité de métal industriellement utilisable qu'ils renferment est très sensiblement réduite.

En résumé, tandis que l'utilisation des autres biens a la consommation pour résultat (car le sol même s'épuise à la longue par la culture et perd sa valeur avec sa fertilité), l'utilisation de la monnaie suppose sa conservation. Les métaux précieux ne se consomment que par le frai et l'usage industriel. Ici la non-consommation est la règle, la consommation l'exception.

Quant à l'importance de ces observations en ce qui concerne la valeur de la monnaie, la voici :

Comment déterminer le coût de production des quantités d'or et d'argent que l'homme a ravies aux entrailles de la terre depuis des siècles ? N'est-il pas évident que ce facteur n'a pas ici son importance habituelle ?

Pour qu'une cause quelconque agisse sur les prix, et sur la valeur d'échange par conséquent, il faut qu'elle ait quelque *durée* et quelque *régularité*. Cette observation générale est tout particulièrement applicable à la valeur de la monnaie. Le coût de production des métaux précieux, pour une très grande quantité, échappe à toute détermination précise, il est extrêmement variable dans le temps et dans l'espace, de région à région, d'un siège d'extraction à un autre. Comment donc songer à en faire l'élément unique et même l'élément principal de la valeur de la monnaie ?

VII. *Action de l'offre et de la demande sur la valeur de la monnaie.* — Il en est autrement de l'offre et de la demande. Autant il y a de raisons de suspicion à l'égard du premier facteur, parmi les facteurs normaux de la valeur, autant il y a de raisons de confiance à l'égard du second. Car le phénomène de l'offre et de la demande se produit aussi en ce qui concerne la monnaie, dans des conditions qui diffèrent des conditions ordinaires.

L'offre d'abord :

Elle augmente constamment, mais non pas comme dans toute industrie, en raison de l'accroissement de la population et de la somme des besoins sociaux, et proportionnellement à ceux-ci. L'accroissement de l'offre des métaux précieux subit en effet moins que tout autre les lois de la raison humaine : il dépend avant tout du caprice de la nature.

L'offre n'augmente pas en ce que la proportion de minerai extrait s'accroît régulièrement chaque année, avec les besoins de la société, mais en ce que cette quantité, si elle n'est employée à l'usage industriel, vient s'ajouter à la masse globale du numéraire.

Quelle que soit l'offre d'une année ou d'une série d'années, l'offre totale de métal précieux demeure donc sensiblement la même. Elle aura à la fois une action considérable sur la valeur du numéraire et une action toujours la même, la demande étant d'autre part supposée constante.

La demande ensuite :

Elle n'est pas stable en ce sens qu'elle serait toujours identique. Mais elle est constante, ou pour mieux dire, constamment croissante. Il suffira de l'affirmer ici, sauf à démontrer plus loin qu'il en est bien vraiment ainsi et que l'humanité n'a pas vu réduire ses besoins de monnaie métallique malgré le développement du crédit, l'usage des billets de banque, et les modes nouveaux de régler les paiements.

Au surplus, cette affirmation que la demande de monnaie métallique est constamment croissante n'est vraie qu'*en bloc* ou *en théorie*. Elle ne l'est plus quand on descend de la théorie à la pratique.

Ce qui fait que la demande des métaux précieux est constamment croissante, c'est l'augmentation de la population, le développement des affaires et notamment le développement considérable des transactions internationales : autant de faits qu'on ne peut que signaler ici sans s'y arrêter. Mais parler de demande pour les métaux précieux, c'est supposer qu'ils reçoivent un emploi monétaire, que cette fonction économique si importante leur est conservée. Or, il n'en est pas ainsi pour l'un des deux métaux, l'argent, qui en fait est à présent déchu de tout rôle monétaire international.

La demande étant ici intimement liée à la fonction monétaire, elle a été naturellement très réduite pour l'argent, mais a augmenté en proportion pour l'or. De sorte que les deux métaux naturellement destinés à l'emploi monétaire et garantis par les lois économiques et par la nature même contre des variations de valeur sensibles, ont subi des fluctuations de valeur énormes en dépit de la nature et par le fait d'une politique monétaire assurément mal inspirée. Tandis que traditionnellement le monopole naturel dont il a été parlé se trouvait renforcé pour les deux métaux par le monopole légal résultant de la politique monétaire, l'un des deux métaux a été déchu en grande partie de sa fonction économique essentielle. Il est aisé de comprendre toute la gravité d'une telle perturbation.

Je résume les considérations qui précèdent en quelques lignes empruntées à Émile de Laveleye :

« La quantité d'or et d'argent produite chaque année est minime relativement à la quantité existante, et on ne peut l'augmenter à volonté, car les filons qui rémunèrent suffisamment le travail du mineur sont rares. Il y a donc ici un *monopole naturel* ...

Or, « il est certain qu'en cas de monopole, c'est la demande qui détermine principalement le prix. »

Mais « le débouché qui domine le marché des métaux précieux est celui qui est créé par la Monnaie. L'État ouvrant ce débouché peut donc fixer le prix (1) ».

Cette action n'est pas contestable, à mon avis. Mais il faut bien la préciser.

En substituant la vente au troc, en créant le *besoin* de monnaie, la société a créé une *valeur* qu'elle a attribuée aux métaux précieux.

Il en est ainsi, au surplus, chaque fois que naît un besoin nouveau et qu'il reçoit satisfaction. On a donné une plus-value au bois quand on a imaginé d'en faire des tables et des chaises.

Tout autant que le bois, les métaux précieux ont une valeur qui leur est propre, qui est réelle, qui s'attache en eux à un objet déterminé.

VIII. *Caractère de l'action exercée par la loi en cette matière.* — Le pouvoir qu'a la loi d'ouvrir ou de fermer le débouché de tel métal en l'admettant ou non au monnayage influe bien certainement sur la valeur marchande de ce métal. La loi alors produit un effet *économique* indirect : son pouvoir est ici uniquement et simplement l'action normale de la demande sur la valeur. Quand la loi crée de la monnaie de papier, elle n'obtient qu'un résultat *juridique :* elle oblige les citoyens, sans doute ; elle n'ajoute rien à la valeur du papier sur lequel est inscrit le signe d'une valeur quelconque. Ce billet demeure un *signe* de valeur, non une *valeur* réelle. Si je le brûle, il me reste un peu de cendre ; si je brûle une pièce de vingt francs, la fusion faite, il me reste un lingot d'or de 6,450 grammes environ, c'est-à-dire, à peu de chose près, une valeur de vingt francs, comme avant l'opération.

(1) *La Monnaie et le bimétallisme international,* p. 26.

Ce que la loi donne à la monnaie, ce n'est point sa valeur économique (celle-ci étant seulement, je pense, une conséquence indirecte de la fonction juridique de la monnaie) (1), mais une sorte de valeur sociale analogue à celle que la sanction juridique donne à tous les droits. La monnaie est une condition sociale de la satisfaction de nos besoins, tout comme l'appropriation des choses : aliments, outils, sol. Ce que la loi donne, c'est la force coercitive. Si la loi se retire, il ne reste rien de mon droit, en fait du moins, qu'il s'agisse du droit de propriété, ou du cours de la monnaie. C'est là une conséquence de la souveraineté de la loi, pas autre chose.

Mais la loi ne donne le pouvoir d'achat à la pièce de monnaie que comme elle me donne le droit de cultiver mon champ. Direz-vous que la *valeur* de mon champ vient de la certitude que j'ai de le cultiver paisiblement? Cela est vrai, mais en certain sens seulement. La question de savoir ce que vaut le champ au point de vue de la fertilité reste entière. Pour la monnaie aussi, la question de sa valeur reste intacte.

La vérité sur les divers éléments qui contribuent à fixer la valeur de la monnaie me paraît pouvoir être résumée ainsi :

Ce sont les qualités propres de l'or et de l'argent, qualités qui assuraient à ces métaux une valeur plus stable que celle des autres marchandises et qui les rendaient particulièrement aptes à servir de medium d'échange et de mesure de valeur, qui les ont fait choisir pour cet objet.

Par un effet harmonique de répercussion dont l'éco-

(1) La valeur d'échange des choses vient de nos besoins.

La valeur de la monnaie et des métaux précieux vient du besoin de la monnaie : son rôle dans l'échange, voilà l'origine de sa valeur.

En déterminant la matière dont la monnaie doit être faite pour être reçue par les échangistes, la loi crée le besoin que la société a de tel métal en particulier. De ce point de vue elle a une part prépondérante dans la fixation de la valeur du métal monétaire.

nomie politique offre maint exemple, cette valeur est devenue plus stable par l'usage monétaire et par la consécration légale de l'usage.

III

L'ÉTALON MONÉTAIRE.

La valeur de la monnaie doit être aussi stable que possible : les raisons en ont déjà été brièvement indiquées, et cette vérité peut être tenue pour un postulat.

I. *Que faut-il entendre par valeur stable de la monnaie et spécialement de l'étalon monétaire?* — Il importe de le faire remarquer tout d'abord, il n'existe pas de *mesure* de la valeur comparable à la mesure des longueurs, par exemple. Il n'y a pas de mesure de la valeur, dans le sens d'une « unité invariable qui soit à la valeur ce que le mètre est aux mesures de longueur (1) ».

La valeur d'une pièce de vingt francs, c'est la faculté que me procure la possession d'une pièce de vingt francs d'acquérir une quantité *donnée* de marchandises, quantité qui peut varier tous les jours. Comme mesure, l'unité monétaire manque donc de précision.

Rendons cette vérité plus saisissante par un exemple.

Voici la définition du yard, mesure anglaise de longueur, telle qu'elle résulte d'un *Act* du Parlement : « La ligne droite ou distance entre le centre des lignes transversales des deux chevilles d'or de la barre de bronze déposée au département de l'Échiquier, sera l'étalon vrai du yard, à soixante-deux degrés Fahrenheit. » — « That the straight line or distance between the centers of the transverse lines in the two gold plugs in the bronze bar depo-

(1) Cauwès, *Précis d'économie politique*, n° 191.

sited in the office of the Exchequer shall be the genuine standard yard *at sisty-two degrees* Fahrenheit (1) ».

On discerne sans peine dans cette définition l'élément qui assure l'invariabilité de la longueur du yard : c'est la précaution qu'a prise le législateur d'indiquer à quelle température il faut porter le yard type pour obtenir la longueur vraie de cette mesure.

Qui pourrait suggérer la précaution équivalente qui permettrait de fixer invariablement la mesure de la valeur? Personne, j'imagine.

Il faut bien se ranger à l'avis de M. Levasseur, quand il dit avec tous les économistes « qu'il est impossible de fixer indéfiniment la valeur d'une marchandise quelconque », et qu'il fait l'application de cette affirmation générale à la monnaie. « Le mètre, le litre, le gramme, dit-il, sont des mesures parfaitement fixes, parce qu'ils représentent une longueur, un volume, un poids déterminés, connus, invariables. Quel que soit l'objet que l'on mesure, soit en France soit en Chine, soit aujourd'hui soit dans cent ans, la longueur qu'on nomme mètre sera toujours la même longueur.

» On ne peut mesurer les objets qu'avec leur semblable, une longueur avec une longueur, un poids avec un poids. Il faut donc une valeur pour mesurer les valeurs. Mais ce qui vaut ici un franc ne le vaut pas ailleurs aujourd'hui, et ne le vaudra pas ici demain (2). La valeur n'est en réalité que le rapport qui s'établit au moment de l'échange entre les deux objets échangés (3) ».

(1) *Procès-verbaux de la Conférence monétaire internationale de Bruxelles 1892*, p. 310. -- *International Monetary Conference Journal*, p. 280.

(2) S'il s'agit du prix, si le marché est libre, et si *toutes* choses sont égales — si les frais de transports sont déduits, par exemple, - l'affirmation ne me paraît pas exacte en ce qui concerne les variations de prix d'un lieu à un autre. L'affirmation, au contraire, est pleinement exacte en ce qui concerne les variations dans le temps.

(3) *Congrès monétaire international de Paris 1889. Compte rendu* in extenso, p. 97.

II. *Nature de l'étalon monétaire. — Choix et unité de l'étalon.* — Ce sont ces constatations qui faisaient dire à M. Jones, à la Conférence de Bruxelles : « En ce qui concerne la monnaie, un étalon est et doit être une question de quantité, parce que les autres choses étant égales, c'est la quantité de monnaie qui détermine la valeur de l'unité de monnaie (1) ».

Cette observation bien simple détruit par avance toute la théorie monométallique.

Une mesure, disent les monométallistes, est et doit être une. L'unité de l'étalon monétaire est donc essentielle. Aussi flétrit-on les bimétallistes de l'appellation de partisans du *double étalon*, pour bien indiquer la contradiction radicale que l'on prétend découvrir dans la doctrine des tenants de l'étalon qui sera appelé plus exactement étalon bimétallique que double étalon.

Le bimétallisme, en effet, n'est pas la doctrine de la dualité de l'étalon, mais la doctrine de l'emploi simultané de monnaies d'or et de monnaies d'argent comme moyen d'échange jouissant du plein pouvoir libératoire. L'étalon bimétallique est un, non moins que l'étalon unique d'or ou l'étalon unique d'argent. Ce qui le prouve péremptoirement, c'est l'unité de prix. Cette garantie de l'unité réelle de l'étalon, essentielle au point de vue pratique, celui de la sécurité des transactions, n'est donc pas l'apanage des régimes monétaires monométalliques. Bien au contraire, nous voyons dans beaucoup de pays l'étalon unique accompagné de l'agio, et produisant la dualité des prix. A coup sûr, il n'est rien de plus dissemblable à l'étalon unique qu'un régime monétaire qui combine l'attribution à un seul métal du rôle monétaire et le cours forcé d'une monnaie de papier inconvertible. Et pourtant c'est à cela que le monométallisme or mène plus d'un pays du vieux et du nouveau monde !

(1) *Procès-verbaux*, p. 309.

Voilà, diront certains spécialistes, une plaisante affirmation : allez-vous prétendre qu'il y ait, entre les difficultés financières avec lesquelles maints pays sont aux prises et leur régime monétaire, une relation de cause à effet, celui-ci — le régime monétaire — étant la cause de celles-là — les difficultés financières ? Les personnes peu familiarisées avec les questions monétaires partageront sans doute cette incrédulité.

Le bimétallisme serait-il un remède à ces crises financières qui désolent l'Argentine et même l'Italie ? Peut-être bien.

Rendons-nous compte d'abord, avant de décrire les effets du remède, de sa nature interne.

III. *Définition du bimétallisme.* — Selon la définition d'Émile de Laveleye, le bimétallisme qu'il appelle « parfait » peut être ainsi caractérisé : « La frappe libre et gratuite des deux métaux investis également d'un pouvoir payant sans limite d'après un rapport de poids déterminé par la loi (1) ».

IV. *Frappe libre.* — La frappe libre et gratuite, qu'est-ce à dire ? C'est la faculté accordée à toute personne de porter à la Monnaie des lingots de métal précieux et de les faire convertir en disques revêtus des caractères extérieurs qui confèrent à la monnaie le pouvoir libératoire.

Grâce à la frappe libre, la circulation monétaire est pleinement assurée, le cours forcé devient inutile et d'ailleurs impossible, l'agio ne se conçoit même plus.

V. *Rapport de valeur entre les métaux établi par la loi.* — La frappe libre suppose — il faut même dire : le bimétallisme suppose — un rapport de valeur entre les deux métaux déterminé par la loi : à poids égal, l'or vaudra *m* fois l'argent.

(1) *Revue des Deux Mondes*, 15 mars 1891, p. 317.

La possibilité d'établir par la loi un rapport de ce genre, rapport qui demeure fixe — chose essentielle, — voilà ce que l'on conteste. Que faut-il croire? Une distinction est ici nécessaire: je l'indique d'abord brièvement; la suite de cette étude en sera le développement. L'action de la loi influant sur la demande des métaux dans certaines conditions qui seront expliquées détermine une *stabilité relative* du rapport de valeur entre les métaux monétaires, mais non une *fixité mathématique* de ce rapport.

VI. *Stabilité purement apparente de l'étalon monométallique.* — Sous le régime bimétallique, on obtient donc une fixité relative. Le régime monométallique produit-il un résultat plus adéquat? C'est une première question, et je n'hésite pas à la résoudre négativement.

Grâce à l'étalon monométallique, l'on obtient une valeur absolument stable et nécessairement stable... en apparence du moins, mais en apparence seulement.

Quand l'étalon monétaire est bimétallique, toute modification de la valeur marchande des métaux est perçue dès qu'elle se produit. Un kilogramme d'or, par exemple, ne vaut-il plus que $15^k,499$ d'argent au lieu de $15^k,500$ (pair bimétallique traditionnel), chacun s'en aperçoit aux prix des métaux précieux sur le marché. Si l'étalon monétaire est unique et que ce soit l'étalon d'or par exemple, on constatera non moins aisément les variations dans le prix marchand de l'argent. C'est ainsi qu'on a vu descendre sur le marché de Londres le prix de l'once d'argent de 60 pence environ (pair bimétallique) jusqu'à 30 pence environ! Quelle chute! Quelle instabilité! Voilà « ce qu'on voit ».

Mais il y a aussi « ce qu'on ne voit pas ».

Si l'or est la seule mesure des valeurs, je n'en constaterai pas directement les variations. Je verrai par exemple

le prix du blé tomber pour 100 kilogrammes, de 33 francs en 1874, à 19 francs en 1892.

Où est la chute et l'instabilité? Ne nous y trompons pas : la *valeur*, c'est-à-dire, le *pouvoir d'achat* de l'or s'est évidemment modifié, il a presque doublé! Telle est la vérité.

Les prix ont baissé, et cette affirmation est vraie de la généralité des prix. Une telle constatation est décisive. Quand le prix d'une marchandise se modifie par rapport au prix d'une autre marchandise, l'étalon de valeur est demeuré stable. Quand au contraire le prix de toutes les marchandises s'est modifié, la conclusion n'est pas douteuse, la valeur de l'étalon monétaire est altérée (1). Or, il se fait que l'ensemble des prix a subi une baisse progressive, constante, extraordinaire par l'importance, la durée et la régularité du phénomène! Cette baisse est constatée par les statistiques grâce au procédé des *Index numbers* ou nombres indicateurs. Ce procédé consiste à rapprocher pour diverses denrées leurs prix annuels, les prix d'une année choisie comme point de départ du calcul étant ramenés à 100, les prix des autres années à la valeur correspondante, soit 99, 98, etc. Les tableaux ainsi obtenus *indiquent* la baisse toujours de plus en plus accentuée depuis vingt ans.

La baisse anormale du métal argent n'est donc qu'apparente : l'altération qui s'est réellement produite dans l'étalon monétaire, est un accroissement aussi considérable qu'anormal du pouvoir d'achat de l'or, dû à la raréfaction de la monnaie réelle pourvue du pouvoir libératoire et admise dans la circulation internationale.

VII. *L'étalon de valeur doit avoir une valeur réelle.* — Nous sommes ramenés ainsi à notre point de départ au sujet de l'étalon monétaire.

« La valeur de l'unité de monnaie d'un pays, selon

(1) Voir le développement de cette idée au § IV, *Théorie quantitative de la monnaie*, III.

M. Jones, est en raison inverse du nombre d'unités en circulation, la population et la demande restant les mêmes. C'est une question de nombre, et ce n'est, dans aucun sens, une question de matière (1). »

J'admets cette manière de voir, à la condition qu'il soit bien entendu qu'il n'y a pas de *matière* monétaire, là où il n'y a pas de *substance* telle que les échangistes la reçoivent comme l'équivalent réel des marchandises qu'ils livrent en échange.

Je veux bien partager l'admiration éprouvée par le regretté Émile de Laveleye pour les vues du jurisconsulte romain Paul sur la monnaie, à la condition qu'aucun des éléments de la définition de Paul ne soit négligé (2).

Après avoir indiqué l'origine de la monnaie, le Jurisconsulte ajoute : « Quia non semper nec facile concurrebat, ut, quum tu haberes quod ego desiderarem, invicem haberem quod tu accipere velles, electa materia est, cujus publica ac perpetua aestimatio difficultatibus permutationum, aequalitate quantitatis subveniret; eaque materia forma publica percussa, usum dominiumque, non tam ex substantia praebet, quam ex quantitate (3) ». Ce serait errer sur l'interprétation de ce texte que de s'en tenir aux derniers mots pour faire dire à Paul, que le choix de la substance monétaire est indifférent. Il a soin de noter, au contraire, que l'on choisit pour monnaie une marchandise appropriée à cet usage, notamment par sa divisibilité. Mais on peut conclure qu'il n'estime pas qu'un seul métal doive être appliqué à l'usage monétaire (4).

(1) *Procès-verbaux de la Conférence de Bruxelles*, p. 309.

(2) Voir *La Monnaie et le bimétallisme international*, p. 2.

(3) *Digeste*, XVIII, 1. — Texte de l'édition des frères Kriegel.

(4) Paul n'ignorait pas sans doute que César étant dictateur permit aux débiteurs de donner en paiement à leurs créanciers des fonds de terre au prix qu'ils valaient avant la guerre civile. C'est un exemple topique de l'extension de la *quantité* du numéraire, puisqu'on donne temporairement aux fonds de terre un rôle monétaire et le pouvoir libératoire. Mais d'autre part il s'agit là d'une monnaie réelle, non d'un signe monétaire. — Voir Montesquieu, *Esprit des lois*, XXII, II.

Qu'on veuille bien le remarquer au surplus, l'action de la *quantité*, de la masse du numéraire intrument d'échange, change absolument de caractère si la monnaie n'est qu'un signe, un jeton dont la circulation est imposée par la loi. Au lieu qu'elle soit déterminée avant tout par la nature même, elle est abandonnée à l'émission arbitraire du souverain. Si la circulation est métallique, elle est nécessairement limitée ; si elle est fictive, elle n'a plus que des limites fragiles, aisément franchies, et aboutit presque toujours à la dépréciation des signes monétaires.

VIII. *Action compensatrice du bimétallisme.* — J'emprunterai à un monométalliste, M. Stanley Jevons, quelques considérations qui suivent sur l'action *compensatrice* du système bimétallique. Tout en affirmant qu'on ne peut empêcher les deux métaux d'augmenter ou de diminuer de valeur, il reconnaît qu'on peut diminuer l'amplitude des variations en les étendant sur une surface plus considérable.

« MM. Wolowski et Courcelle Seneuil sont tout à fait dans le vrai, dit-il, quand ils avancent qu'une action compensatrice est produite par la loi française (1) sur les monnaies, et que cette action tend à donner à la valeur de l'or comme à celle de l'argent plus de stabilité qu'elles n'en auraient autrement. Si l'argent dépasse, relativement à l'or, la valeur qui lui est assignée par le rapport de 1 à 15 1/2, il en résulte une tendance à importer de l'or dans le pays qui possède le double étalon, de sorte qu'il peut y être monnayé et s'échanger contre un poids de monnaie d'argent d'une valeur légale équivalente... Et ce n'est pas la théorie seulement qui nous l'indique : les choses se sont passées ainsi en France jusqu'au moment où la masse principale de la monnaie, qui était surtout composée d'argent en 1849, fut en 1860 composée presque

(1) La loi des 7-17 germinal an XI.

uniquement d'or. La France absorbait en quantités considérables le métal qui était en baisse... ce qui avait nécessairement pour effet de maintenir la baisse de l'or et la valeur de l'argent entre les limites qui sans cela auraient été dépassées. Il est clair que si la valeur de l'or augmentait relativement à l'argent, l'action contraire se produirait... Sans doute, à un moment donné quelconque, l'étalon de valeur est l'un ou l'autre métal, et non tous les deux à la fois ; mais le fait même de cette alternance tend à diminuer beaucoup les variations de l'un et de l'autre. Il ne peut empêcher les deux métaux d'augmenter ou de diminuer de valeur relativement aux autres marchandises ; mais il peut affaiblir l'amplitude des variations en les étendant sur une surface plus considérable, au lieu de laisser chaque métal livré à des accidents purement locaux (1) . »

IX. *Loi de Gresham.* — On se demandera pourquoi Stanley Jevons n'est pas bimétalliste, alors qu'il professe les opinions qu'on vient de lire.

A son avis, « si la France continuait à agir comme un grand pendule compensateur pour la monnaie, toute la perte et les embarras seraient pour elle, tandis que d'autres nations partageraient avec elle l'avantage qui résulte d'une stabilité plus grande dans la valeur des métaux précieux (2) ». Il estime, ce qui est assez singulier et surtout assez peu logique, que « les arguments invoqués pour maintenir le système du double étalon ne reposent que sur des hypothèses. Les inconvénients de ce système au contraire n'ont rien de douteux (3) ».

Quels sont ces inconvénients ?

Ils se résument dans l'action de la *loi de Gresham*,

(1) *La Monnaie et le mécanisme de l'échange*, p. 115. Dans ce passage, j'ai remplacé par des points certains membres de phrase qui m'ont paru inexactement traduits.

(2) *Loc. cit.*, p. 119.

(3) *Ibid.*, p. 119.

c'est-à-dire l'afflux du métal déprécié dans le pays bimétalliste, et l'exportation du métal dont la valeur marchande est supérieure à la valeur légale. On l'exprime en disant que « la monnaie faible chasse la monnaie forte (1) ».

X. *Moyen de combattre l'action de la loi de Gresham.* — Dans le passage du livre de M. Stanley Jevons que j'ai reproduit, l'action de la loi de Gresham est nettement décrite, seulement l'auteur n'y insiste que sur un des côtés de cette action, son effet compensatoire. Comment prendre au bimétallisme ses bons côtés, en évitant l'écueil du système ?

Précisons tout d'abord le mal : le diagnostic bien établi, il restera à choisir le traitement, à donner nos préférences soit aux allopathes, soit aux homéopathes de la science monétaire.

Le mal du bimétallisme, c'est le monométallisme. C'est donc par l'extension du système bimétallique qu'il faut y porter remède. La loi de Gresham suppose une circulation monétaire entre deux pays dont les systèmes monétaires diffèrent. Supposez le bimétallisme international réalisé, l'action de la loi de Gresham ne se conçoit plus (2).

XI. *La situation traditionnelle et la situation actuelle.* — Stanley Jevons a caractérisé l'action compensatrice de l'étalon bimétallique par la comparaison suivante : « Imaginez, dit-il, deux réservoirs d'eau dont chacun, indépendamment de l'autre, reçoit et distribue le liquide en quantités variables. Si aucune communication n'existe entre eux, le niveau de l'eau dans chacun des réservoirs ne sera sujet qu'à ses propres fluctuations. Mais si nous établissons une communication, l'eau dans les deux réser-

(1) Thorold Rogers, *Interprétation économique de l'histoire,* édition Guillaumin, p. 172.

(2) Elle n'aurait plus de raison d'être que si deux pays ayant le même étalon métallique frappaient des monnaies d'un titre différent.

voirs tendra à prendre un certain niveau moyen, et si l'eau est, d'un côté ou de l'autre, reçue ou dépensée en quantité excessive, l'effet se répartira sur l'aire totale des deux réservoirs. La masse des métaux qui circulaient dans l'Europe occidentale pendant ces dernières années, est exactement représentée par l'eau de ces réservoirs, et le tuyau de communication est la loi du 7 germinal an XI, qui permet à chaque métal de prendre la place de l'autre comme monnaie à cours forcé illimité (1) ».

On a pu se rendre compte par ce qui précède du rôle de la libre frappe dans le maintien du rapport légal. C'est grâce à la libre frappe que le pair bimétallique pouvait se maintenir. Grâce à la liberté de la frappe, la demande se portait vers le métal déprécié, à la moindre dépréciation, et nivelait les valeurs respectives des métaux. En suspendant la frappe, on a coupé la communication dont parle Stanley Jevons.

IV

THÉORIE QUANTITATIVE DE LA MONNAIE.

La théorie quantitative de la monnaie est, à mon avis, l'essentiel de la théorie monétaire. A qui l'a bien comprise, il n'est plus besoin de démontrer que les modifications introduites dans le système monétaire traditionnel sont l'une des causes principales de la crise économique : il sait que ces modifications doivent engendrer tous les maux qui découlent d'une variation sensible dans le pouvoir d'achat de la valeur étalon.

I. *Terminologie.* — Avant d'énoncer et d'exposer la théorie, rappelons quelques données avec lesquelles il importe que le lecteur soit familiarisé.

(1) *Loc. cit.*, p. 116.

« La valeur d'échange de la monnaie se nomme le pouvoir de l'argent. La valeur des autres marchandises exprimée en argent est le prix. D'après cela, la valeur de la monnaie est en raison inverse de l'ensemble des prix; dire en effet que, par rapport à la monnaie, la valeur des choses est faible, cela signifie qu'il faut peu de monnaie pour les acquérir et, en pareil cas, la monnaie a un grand pouvoir ; dire au contraire que la valeur des autres choses est élevée, implique que la monnaie a un faible pouvoir, puisqu'il faudra donner beaucoup de monnaie en échange.

» La hausse des prix correspond — d'après ceci — à une diminution dans le pouvoir du numéraire ; la baisse des prix à une augmentation de ce pouvoir (1). »

Cette citation, que j'emprunte à M. Cauwès, n'a aucune portée démonstrative. Elle est ce que sont les lettres de l'alphabet. Isolées, elles n'ont aucun sens ; groupées en mots, elles servent de véhicule à nos pensées. La terminologie que je viens de reproduire interviendra fréquemment dans la démonstration : il importait donc qu'elle fût connue.

II. *Comment s'établit l'équivalence de telle quantité de monnaie et de telle quantité (poids, contenance) de denrées?* — « La valeur (ou pouvoir d'achat) de la monnaie est en raison inverse de sa quantité, l'offre des marchandises restant la même. » Telle est la formule de la théorie quantitative, d'après sir James Graham. On en pourrait citer cent autres : celle-ci m'a paru la plus simple à la fois et la plus nette.

III. *Le pouvoir d'achat de la monnaie est sujet à des fluctuations.* — Sans doute les changements qui sont perçus par le vulgaire, ce sont les changements de prix. C'est ainsi que le soleil paraît tourner autour de la terre : il n'en

(1) Cauwès, *Précis d'économie politique*, n° 202.

est rien pourtant. Le phénomène apparent de la modification des prix n'est réel que quand un prix change par rapport aux autres prix : alors, mais alors seulement, il s'est produit une modification de la valeur d'échange de la chose, non une modification du pouvoir d'achat de la monnaie. Lorsqu'il s'agit de l'ensemble des choses au contraire, lorsque le changement qui se manifeste dans les prix affecte la généralité des prix de tous les produits, voire même la valeur vénale du sol ainsi que les revenus fonciers, c'est le pouvoir d'achat de la monnaie qui a subi une modification. Il faut ajouter qu'elle peut se produire par suite d'une modification dans la masse monétaire ou dans la quantité des produits ; car de même que la monnaie sert à mesurer la valeur de toutes choses, la totalité des choses sert à mesurer la valeur de la monnaie.

IV. *La théorie quantitative de la monnaie mise en rapport avec la théorie de la valeur d'échange.* — « Toujours, dit M. Stanley Jevons, chaque échange consistera à donner tant d'unités d'une chose pour tant d'unités d'une autre. Ainsi, tout acte d'échange se présente à nous sous la forme d'un rapport entre deux nombres (1). » De ce que « la valeur exprime le rapport des objets échangés », et, pour préciser, *des quantités échangées*, il est aisé de conclure qu'une modification de la somme dont l'un des termes du rapport n'est qu'une fraction venant à se produire, la somme dont l'autre terme du rapport n'est aussi qu'une fraction restant la même, l'équation primitive n'existe plus. Si la masse du numéraire augmente ou diminue, une même quantité de monnaie vaut une quantité moindre ou plus grande de produits.

John Locke (2) en donnait déjà la raison : « La rareté plus grande de la monnaie élève son prix et accroît la concurrence pour la demande : il n'y a rien qui puisse

(1) *La Monnaie et le mécanisme de l'échange*, chap. II.
(2) Philosophe anglais, né en 1632, † 1704.

suppléer au besoin qu'on en a; c'est pourquoi la diminution de sa quantité augmente toujours son prix, et fait qu'une même quantité de monnaie s'échange contre une quantité plus grande de toute autre chose. »

« Les choses, dit M. Gide, ont plus ou moins de valeur selon que nous les désirons plus ou moins vivement. Nous les désirons plus ou moins vivement, suivant qu'elles sont en quantité plus ou moins insuffisante pour nos besoins (1). »

« La *loi* des quantités et des prix régit le *phénomène* de l'offre et de la demande », selon l'expression de M. de Molinari. En effet, pourquoi, quand l'offre augmente, les prix baissent-ils? Pourquoi, quand la demande augmente, les prix s'élèvent-ils? Pourquoi ce rapport inverse, sinon parce que ce rapport est celui des quantités (des marchandises) et des prix (exprimés en monnaie)?

V. *La masse du numéraire dont la quantité agit sur les prix est la masse totale du numéraire admis dans la circulation internationale.* — Le besoin de monnaie étant universel, il est naturel que le pouvoir d'achat de la monnaie, *toutes choses étant égales,* soit identique dans l'espace.

« De sa nature, dit M. Claudio Jannet, le marché de l'argent est universel; car le propre de la monnaie, c'est-à-dire des métaux précieux et des signes qui la représentent (?), est d'être recherchée et acceptée par tous les hommes indistinctement et de conserver dans tous les temps et dans tous les lieux une puissance d'acquisition sensiblement moins variable que celle de toute autre marchandise. Une des plus grandes manifestations de l'existence d'un ordre économique naturel est l'identité du système monétaire chez tous les peuples et à toutes les époques. Les mêmes perturbations ont été amenées tou-

(1) Ch. Gide, *Principes d'économie politique*, 4me édition, p. 71.

jours par la violation des lois économiques en fait de monnaie, chez les Grecs et chez les Romains aussi bien qu'au moyen âge, chez les Chinois aussi bien que chez les peuples occidentaux contemporains. Bossuet a embrassé de son coup d'œil d'aigle tout l'ordre économique, quand, dans ses *Pensées chrétiennes et morales,* il voit dans la monnaie le signe de l'unité de la société humaine (1). »

Cette unité du marché des métaux précieux a pour corollaire l'unité des prix. Sur le marché libre, le prix d'une même denrée est *un* dans l'espace. Ceci, bien entendu, n'est vrai que si toutes choses sont égales ou ramenées à l'égalité ; il y a lieu, pour se rendre compte de ce phénomène économique, de faire la part des différences de prix qui tiennent aux frais de transport, à la législation douanière, etc. Au surplus, cette identité des prix n'existe que pour les denrées, telles que le blé, dont le marché est universel. Elle n'est pas vraie pour le sol, même pour deux sols de même richesse naturelle, parce que l'emplacement est un des facteurs importants de la valeur du sol. Néanmoins, la partie du sol employée à produire des denrées ayant un marché universel, subit la répercussion des variations qui s'opèrent dans le pouvoir d'achat de la monnaie.

De ce que les prix sont internationaux, il suit que le numéraire sur la masse duquel se règlent les prix est la masse totale du numéraire admis dans la circulation internationale. L'abondance de ce numéraire dans un pays, si le marché est libre — le marché du blé en Belgique, par exemple — n'empêche pas l'action de la raréfaction internationale de la monnaie.

Si un pays possède une sorte de numéraire qui lui soit propre — et ce n'est point là une pure hypothèse, — la loi

(1) *Le Capital, la spéculation et la finance au XIXe siècle,* p. 102. — Parfaitement exacte en ce qui concerne la monnaie métallique, l'affirmation que la monnaie conserve, dans tous les temps et dans tous les lieux, une puissance d'acquisition à peu près stable, serait erronée en ce qui concerne la monnaie représentative ou fiduciaire. Il n'y a qu'une seule vraie monnaie, la monnaie d'or et la monnaie d'argent.

des quantités et des prix y exerce tout son empire, mais dans les limites du territoire dudit pays. C'est l'histoire de tous les pays qui ont le cours forcé. Le papier monnaie trop abondant — plus abondant en tous cas que les espèces métalliques — jouit d'un pouvoir d'achat très restreint. A valeur nominale égale, le métal fait prime. Les marchandises y ont deux prix, le prix en papier et le prix en or, le prix en monnaie nationale et le prix en monnaie internationale. La loi des quantités et des prix y détermine le pouvoir d'achat de l'une et de l'autre monnaie.

Le numéraire dont la quantité est déterminante des prix, est le numéraire en circulation, que cette circulation soit réelle, fictive (c'est-à-dire sous forme de billets) ou simplement possible. Mais il faut que ce numéraire soit de vraie monnaie, qu'il ait l'échange pour raison d'existence. Il est des pays, telle l'Inde, qui absorbent les métaux précieux sans les rendre jamais à la circulation internationale (1).

Si la masse du numéraire augmente, les autres conditions de l'échange restant les mêmes, les prix haussent. Si cette masse diminue — *caeteris paribus*, — les prix baissent. Les variations de prix, de certains prix, voire dans une certaine mesure de l'ensemble des prix, peuvent tenir à d'autres causes qu'à une modification de quantité du numéraire. Ces autres conditions de l'échange qui peuvent varier sont la quantité des choses, le nombre des consommateurs, le niveau des besoins, la fréquence des transactions, les habitudes du commerce, etc.

(1) Il est permis de se demander si les réserves d'or des banques d'État ne sont pas en réalité soustraites à la circulation. La raréfaction de l'or due à la politique monétaire entraîne à présent une aggravation de cette politique. Les puissances se disputent l'or qu'on accumule dans les caves des banques. Nul n'ignore que si, pour une cause quelconque, une panique se produit et amène les porteurs de billets aux guichets des banques d'émission pour en obtenir l'équivalent métallique, les banques aussitôt défendent leur précieuse encaisse par la hausse de l'escompte. Entre les trésors de guerre ainsi constitués et les trésors des radjahs, quelle différence, au point de vue qui nous occupe ?

L'unité de prix est donc en fait bien rare sur les divers marchés; il y a plutôt tendance à l'unité qu'équation absolument exacte. S'il a fallu y insister, ç'a été pour les besoins de la démonstration.

VI. *Portée exacte de la loi des quantités et des prix.* — Il ne faut point voir dans la formule de la loi des quantités et des prix l'expression d'une vérité mathématique, d'une équation véritable : il ne faut point comprendre que la masse du numéraire est égale à la masse des choses échangeables. Le numéraire est destiné à la circulation continue — c'est pour cette raison, dit un proverbe, que la monnaie est ronde, pour qu'elle roule.... Les autres choses, au contraire, sont destinées selon leur nature à une possession de certaine durée ou à la consommation. De sorte que l'équation vraie serait plutôt la suivante: La masse du numéraire multipliée par sa circulation en un temps donné est égale à la fraction de la masse des choses qui circule dans le même temps. Elle supposerait le premier terme affecté par un multiplicateur, le second par un diviseur.

Aussi ce qui importe, c'est bien moins la quantité de numéraire en circulation, que la permanence de cette quantité, de la même quantité. Bien entendu dans l'hypothèse *caeteris paribus*. En fait, la population se développe, ses besoins croissent, la production augmente, de sorte que la stabilité du pouvoir d'achat de la monnaie exige l'augmentation constante de la masse du numéraire.

VII. *Objections à la théorie quantitative.* — La théorie quantitative a des adversaires. Mais ils ont été parfois bien singulièrement inspirés dans la critique qu'ils en ont faite. Voici à titre d'exemple l'appréciation, appuyée sur les faits, d'un partisan résolu de la méthode inductive, Thorold Rogers (1). « Quand on se trouve en présence d'un renchérissement général des prix, dit-il, on est

(1) Professeur d'économie politique à l'université d'Oxford, † 1890.

naturellement porté à l'attribuer à une surabondance de métaux précieux, et il est certain qu'avant l'invention des substituts de la monnaie, et alors qu'on ne se doutait pas de leur rôle dans les échanges, l'abondance ou la rareté du numéraire avait un effet beaucoup plus direct. Pourtant, des renchérissements survenus de 1541 à 1582, de 1583 à 1642 et de 1643 à 1702, le premier fut causé par l'altération de la monnaie et par certaines causes spéciales qui en dérivaient; le second fut uniquement amené par l'afflux des métaux précieux, et le troisième, qui est d'un caractère beaucoup plus complexe, ne se rattacha que très indirectement à cette cause (1). »

Si je reprends les faits rapportés par l'auteur en négligeant son interprétation, j'y trouve au contraire une triple confirmation de la théorie quantitative.

Lorsque la monnaie est altérée, l'offre des marchandises restant la même, une plus grande quantité apparente de monnaie correspond à la même quantité de monnaie de métal fin, et l'élévation nominale des prix n'est elle-même qu'apparente. L'unité monétaire est modifiée et son pouvoir d'achat amoindri; le pouvoir d'achat du métal précieux est resté le même.

Le deuxième exemple rapporté par Thorold Rogers nous montre l'action normale de la loi des quantités et des prix.

Le troisième même vient encore confirmer cette loi.

Parmi les causes du renchérissement des prix de 1643 à 1702, la principale fut une série de disettes successives, d'après l'auteur. De même que, l'offre des marchandises demeurant égale, une augmentation de la quantité du numéraire amène une hausse des prix, de même, par la diminution de l'offre des marchandises, la quantité du numéraire n'étant pas modifiée par hypothèse, perd de son pouvoir d'échange.

(1) Thorold Rogers, *Interprétation économique de l'histoire*, p. 226.

VIII. *Principale objection contre la théorie quantitative : le développement des instruments de crédit.* — Cette objection, remarquons-le en passant, laisse intact le point de départ de la théorie, qui est que *les prix s'établissent d'après la masse des moyens de les acquitter.* On estime seulement que la « monnaie, en tant que moyen d'échange, tend à perdre de plus en plus son influence sur le prix des marchandises » ; l'on dit même que « c'est là, semble-t-il, la caractéristique du commerce moderne ».

Voilà la thèse soutenue déjà en 1843 par Helferich.

En voici le développement :

« *Le crédit* a cette propriété remarquable de pouvoir séparer complètement les deux fonctions de la monnaie, l'une comme mesure de valeur et l'autre comme instrument d'échange. *Il crée un moyen d'échange sans toucher à la mesure de la valeur.* Il peut faire de n'importe quelle marchandise un moyen d'échange, tout en laissant la monnaie mesure de valeur.

» Dans les premiers âges, lorsqu'il n'existait d'autre moyen d'échange que celui qui était également une mesure de valeur, lorsque la conservation des biens acquis était incertaine et le peu de développement du commerce un obstacle à l'usage du crédit, les changements dans le seul moyen d'échange existant exerçaient nécessairement une grande influence sur les prix. La situation est bien différente à notre époque. Le développement toujours croissant des relations commerciales diminue d'autant l'influence exercée sur le mouvement des prix par l'or comme moyen d'échange et il rend ce mouvement plus indépendant (1). »

Il y a dans ces considérations une part d'erreur et une part de vérité. Sans doute, les instruments de crédit circulent au lieu et place de la monnaie... et, nous l'avons

(1) Cité d'après Soetbeer, *Matériaux pour faciliter l'intelligence et l'examen des rapports économiques des métaux précieux et de la question monétaire*, édition française, p. 71.

vu, la masse du numéraire déterminante des prix, c'est la masse circulante. De ce point de vue, la multiplication des instruments de crédit n'est pas sans analogie avec une augmentation du numéraire circulant. Mais l'essence du crédit, c'est de retarder le moment de paiement pour le débiteur, non de le dispenser du paiement. L'entrepreneur qui contracte un emprunt, qu'obtient-il? Il obtient de payer matériaux et services à l'aide du numéraire qui ne lui appartient pas : c'est comme si son créancier payait pour lui. Quand la date fixée pour le remboursement de l'emprunt sera venue, le débiteur devra s'exécuter. De l'analogie de la circulation des titres de crédit et de la monnaie on ne peut donc conclure à l'identité.

IX. *Rôle du crédit comparé à celui de la monnaie.* — La circulation de la monnaie a pour effet de terminer et d'accomplir les transactions. La circulation des titres de crédit a pour effet d'en différer le règlement. Le point de vue de l'économiste est en cette matière bien différent de celui du légiste, et peut-être est-ce là la source d'une confusion regrettable.

D'ailleurs le développement même du crédit et le développement des entreprises, l'essor des affaires qui y correspond, exige une circulation plus fréquente du numéraire lui-même, et c'est ce qu'on perd de vue.

A côté de ce *besoin nouveau* de monnaie métallique, né du crédit, il faut tenir compte de la nécessité où se trouvent les banques d'avoir toujours une encaisse métallique considérable.

« Il n'est pas vrai, dit M. H. Schmidt, que les simplifications et les perfectionnements apportés par les banques et le crédit dans le mouvement des espèces soient assez puissants pour compenser une diminution dans la circulation métallique ou pour rendre la rareté de l'or un simple fantôme. Ces simplifications existent depuis longtemps déjà et sont obligées de s'appuyer sur une *base*

métallique suffisante. Si cette base ne s'étend pas dans les mêmes proportions que le commerce et la demande, mais au contraire est encore restreinte par la démonétisation de l'argent et la diminution du stock monétaire d'or, il est évident que *les moyens de remplacement sûrs de la circulation monétaire à l'aide du crédit diminueront également* et que les prix des marchandises baisseront dans les mêmes proportions (1) ».

La monnaie est en effet le facteur latent de toute opération de crédit. Le crédit a pour raison d'être la confiance du créancier. Dès que celle-ci fait défaut, le facteur latent apparaît.

Après avoir mis en lumière l'importance contemporaine de la circulation fiduciaire, M. Claudio Jannet, dans son beau livre *Le Capital, la spéculation et la finance au XIXe siècle,* reconnaît que « les espèces métalliques conservent toujours un rôle que rien ne pourra supprimer, » parce que « l'emploi de tous ces moyens de circulation suppose que chacun pourra, s'il le veut, être payé en numéraire. Les métaux précieux servent comme de support à une pyramide renversée qui centuple leurs services d'échange et de circulation. » Il est clair que la solidité de ce support n'est pas indifférente ; il est non moins clair que pour maintenir l'équilibre de la pyramide renversée du crédit, il faut en enfoncer assez profondément la pointe dans la base qui la supporte, la masse du numéraire métallique. Il s'ensuit également que le volume de cette masse n'est pas indifférent non plus.

Le développement même du crédit nous apparaît ainsi comme étroitement dépendant de la suffisance de l'instrument monétaire proprement dit. Nous en verrons bientôt la raison économique : il suffit de le constater ici. Les faits ne laissent aucun doute sur cette dépendance. Le premier statisticien de l'Angleterre, M. Giffen, affirmait en 1885

(1) *The Silver Question and its Social Aspects,* London, 1886. — Cité par Soetbeer dans ses *Matériaux,* etc., p. 73.

« que les moyens pour restreindre l'usage des espèces ont déjà atteint en Angleterre leur plus grand développement depuis quelques années. *Toutes choses restant les mêmes*, ajoutait-il, *l'augmentation de la population et de la production demandera une augmentation correspondante dans les monnaies destinées aux transactions journalières et dans les quantités d'or formant l'encaisse des banques* (1) ». Partant de ces données, il prévoyait une aggravation de la situation et une accentuation de la baisse. L'événement a confirmé ces prévisions.

X. *Truisme de M. Giffen.* — Depuis, M. Giffen a soutenu que « c'est le niveau des prix qui détermine la quantité du numéraire *employé* .» En un sens, cela n'est point douteux. « Plus les prix sont élevés, plus il faut de numéraire pour régler un même chiffre d'affaires (2) ».

L'important est de savoir quelle est la cause déterminante soit de la hausse, soit de la baisse de l'ensemble des prix. A cette question ne répond pas l'affirmation de M. Giffen, qui est en fin de compte une simple tautologie. Le niveau des prix et la quantité du numéraire employé sont une seule et même chose : il n'y a pas ici de relation de *cause* à *effet*.

XI. *Rôle des divers instruments de crédit dans l'échange. — Les instruments de crédit, instruments d'échange.* — Il ne suffit pas de se borner aux généralités, si l'on veut connaître l'importance de la modification prétendument apportée à l'action de la raréfaction ou de l'abondance du numéraire sur les prix, par l'organisation moderne du crédit. J'ai dit que la loi des quantités et des prix était à mon avis l'essentiel de la théorie monétaire ; il importe d'autant plus de faire justice des arguments par lesquels

(1) *Trade Depression and Low Prices.* CONTEMPORARY REVIEW, Juny 1885.
(2) Émile de Laveleye. *La Monnaie et le bimétallisme international*, 2e édition, p. 320.

on tend à la mettre au rang des vérités surannées et désormais sans portée pratique.

Et d'abord, comment s'est établi l'usage des substituts de la monnaie (1)?

« Dès qu'un peuple a fait une expérience complète des avantages d'un bon système de monnaies — dit avec quelque apparence de paradoxe M. Stanley Jevons, — il commence à découvrir qu'il peut se dispenser de l'employer comme moyen d'échange, et revenir à une manière de trafic singulièrement analogue au troc. C'est par le troc que l'on commence et que l'on finit; mais la seconde forme qu'il prend est *très différente* de la première. L'or et l'argent continuent toujours à être le commun dénominateur de la valeur, mais ces métaux finissent par ne plus constituer souvent le *medium* réel de l'échange et par ne plus passer des mains de l'acheteur dans celles du vendeur (2) ».

Nous retrouvons dans cette citation la distinction toujours soigneusement faite par M. Stanley Jevons entre les deux fonctions de la monnaie que les partisans de la monnaie marchandise ont le tort de considérer trop exclusivement. La monnaie étalon qui a cours légal chez les grandes puissances commerciales continuera toujours par là-même à jouer dans l'échange, quel que soit le développement du crédit, un rôle prépondérant, rôle tel que jamais, quoi qu'en pense M. Stanley Jevons, on ne se dispensera de son emploi.

XII. *Créances et banknotes.* — Appelé à déposer dans l'enquête de la *Gold and Silver Commission*, M. Marshall, professeur d'économie politique à Cambridge, établissait

(1) Peut-être pourrait-on remonter plus haut et se demander comment le crédit même est né ? Il est bien clair pour moi que le développement de la coutume des prêts est dû à l'usage de la monnaie et à son rôle dans les transactions, au stimulant que l'invention de la monnaie a donné à l'activité économique. Cet examen, d'ailleurs intéressant, mènerait trop loin.

(2) *La Monnaie et le mécanisme de l'échange*, édition de la BIBLIOTHÈQUE SCIENTIFIQUE INTERNATIONALE, p. 155.

une distinction fondamentale entre « les lettres de change, billets (à ordre), chèques et mandats divers » d'une part, et les banknotes d'autre part. D'après lui, parmi tous ces titres d'espèces diverses, « les banknotes seraient le seul instrument de crédit qui agirait sur les prix (1) ».

Dans cette énumération, il n'est même pas fait mention du papier monnaie inconvertible et pour cause, la valeur de cette pseudo-monnaie variant de pays à pays. « Une telle circulation, dit M. Stanley Jevons, ne s'étend jamais au delà des frontières de l'État où elle est reconnue. » Il n'y a donc pas lieu de nous en préoccuper davantage.

En ce qui concerne les titres de crédit au sens strict — c'est-à-dire sans y comprendre la monnaie fiduciaire, — ils ne sont pas des moyens de paiement, ainsi que nous l'avons vu, mais des moyens de différer le paiement, et par là leur multiplication est sans action décisive sur les prix. *Entre les prix et le crédit, je ne vois point de relation : le crédit ne sert ni à fixer les prix, ni à les acquitter.* Pourquoi ?

Si admirable que soit l'organisation moderne du crédit, elle n'a pu en modifier l'essence, qui est non de suppléer au paiement, mais de différer celui-ci ou de substituer une personne à une autre ou une série de personnes les unes aux autres dans l'obligation de faire le paiement. Il est bien clair au surplus que le *Clearing House*, dont tout le monde connaît le mécanisme ingénieux, en esquivant l'emploi du numéraire par de simples virements de compte, a restreint son rôle dans l'échange, — mais le numéraire reste la mesure régulatrice de la valeur, et c'est là le secret de l'action persistante des modifications dans la masse de la monnaie internationale sur les prix et l'état des affaires en général.

(1) Voir le résumé de sa déposition parmi les documents publiés dans le *Compte rendu du Congrès monétaire* de 1889, p. 324.

XIII. *Rôle de la circulation internationale des titres.* — Les titres et leur circulation ont aujourd'hui un rôle important dans le règlement des différences du commerce international.

Cette importance, j'ai eu à la signaler, en ce qui concerne le commerce des États-Unis avec l'Europe, dans une étude consacrée à *La Crise monétaire* produite par la réforme monétaire de l'Inde (1). Quelle est l'influence de cette circulation sur les prix ?

Dans une communication faite récemment à l'Académie des sciences morales et politiques, M. Léon Say, en même temps qu'il signalait le rôle de la circulation des titres dans le règlement de la balance du commerce, faisait observer qu'il faut néanmoins que ceux-ci soient vendus « pour que la liquidation soit faite et parfaite ». Et lorsqu'il s'agit d'acheter ou d'échanger un titre, on mesure sa valeur, tout comme celle de 100 kilogrammes de blé, en la comparant à l'étalon de valeur. Un grand mouvement d'affaires exige une grande masse de numéraire en circulation. Les titres dont il s'agit ici, actions de chemins de fer, de grandes entreprises industrielles, etc., sont la représentation des choses qui sans les titres ne changeraient guère de possesseur... ; on peut même dire que sans les avantages de la société anonyme ces entreprises auraient été impossibles. Pourquoi la circulation des titres permettrait-elle au commerce de se passer à due concurrence de monnaie métallique ? Ces travaux publics gigantesques, leur exploitation une fois qu'ils sont établis, celle des voies ferrées, par exemple, n'exigent-ils pas au contraire une circulation de numéraire infiniment considérable, et n'est-ce pas ce qui explique l'absorption pour l'emploi monétaire de l'énorme quantité de métaux précieux offerte sur le marché des nations civilisées depuis 1850 (2) ?

(1) *Moniteur des intérêts matériels*, n° du 23 juillet 1893, p. 1735.

(2) " En 35 ans (1851-1885) le monnayage ou tout au moins l'emploi monétaire (couverture métallique des émissions de billets de banque, des silver

XIV. *Rôle des billets de banque convertibles en monnaie métallique.* — Quand l'émission des billets de banque est convenablement réglée et garantie, certains spécialistes sont d'avis que ces billets peuvent être assimilés aux espèces et comptés à l'égal d'une augmentation de celles-ci — déduction faite de la quantité de monnaie métallique qui sert de gage de remboursement. Somme toute, quand le billet est convertible en monnaie métallique nationale, l'étalon de valeur est métallique, et le billet n'est qu'une créance au porteur et remboursable à présentation : il vaut ce que vaut le crédit de l'État débiteur. Pour le maintenir au pair, son remboursement en monnaie étalon doit demeurer certain aux yeux des détenteurs. Lors du krach Baring, la Banque d'Angleterre dut emprunter 75 000 000 de francs — en or — à la Banque de France, pour faire face aux demandes de remboursement. Ainsi s'est trouvée vérifiée une fois de plus cette vérité, que la faculté pour le créancier d'obtenir paiement en espèces métalliques, est la condition sans laquelle il n'y a point de crédit.

L'avis de Thorold Rogers me paraît d'autant plus intéressant à rapprocher de ces vues, que Rogers ne se payait pas de mots.

« On a prétendu à tort, dit-il, que la monnaie de papier exerce sur les prix la même influence que la monnaie métallique. L'or et l'argent agissent sur les prix en vertu de leur valeur intrinsèque résultant de leur coût d'acquisition et de revient. Le billet de banque, qui n'a pas une valeur basée sur son coût d'acquisition et de revient, n'est qu'un signe représentatif des métaux précieux et n'est accepté que tant que dure la conviction qu'il est échan-

certificates et des billets du trésor des États-Unis, etc.) a absorbé la plus grande part d'une production évaluable à plus de 29 milliards de marks (or et argent réunis), alors qu'en trois siècles et demi (1493-1850) la production avait été de 43 milliards de marks seulement. » Soetbeer, *Matériaux pour faciliter l'intelligence et l'examen des rapports économiques des métaux précieux et de la question monétaire*, édit. française, p. 11.

geable contre espèces, à la volonté de son détenteur (1) ».

Certaines expressions de ce passage ne cadrent pas avec ce qui a été exposé plus haut (2). Cette réserve faite, je donne mon adhésion entière à l'idée caractéristique qu'il exprime : Le billet de banque qui n'a pas de couverture métallique n'est qu'un instrument de crédit comme les autres, sauf en ceci, que sa multiplication doit être strictement limitée ; à cette condition seulement, il conserve la qualité essentielle d'un bon papier de crédit, qui est d'être accepté au pair dans l'échange.

XV. *Les situations monétaires commandent les situations financières et fiduciaires.* — « C'est l'importance de la réserve métallique qui forme la limite dernière de l'émission des billets de banque », dit M. Foxwell, autorité bimétalliste (3). Et M. Stanley Jevons, autorité monométalliste, exprime la même idée avec précision et souci de la bonne pratique banquaire, en disant qu' « on fera croître et diminuer la circulation du papier avec la quantité d'or déposée en échange (4) », si l'on veut conserver à la monnaie représentative la valeur d'échange de la monnaie réelle.

Bref, il y a une relation certaine entre le quantum de monnaie réelle et le quantum de monnaie représentative, entre le quantum de monnaie et le quantum des instruments de crédit. Le nier, c'est fermer les yeux à l'évidence, car les déductions de la théorie sont pleinement confirmées par les inductions de l'observation. Il suffira au lecteur non prévenu de lire le bulletin financier d'un journal pour être frappé de la relation des crises.

(1) *Interprétation économique de l'histoire*, p. 194.

(2) L'expression *valeur intrinsèque résultant du coût d'acquisition* est doublement fautive. Le qualificatif *intrinsèque* ne convient pas au vocable *valeur*, la valeur ne représentant aucune objectivité réelle ; la valeur au surplus ne résulte pas uniquement *du coût d'acquisition et de revient.*

(3) *Compte rendu du Congrès monétaire* de 1889, p. 463.

(4) *La Monnaie et le mécanisme de l'échange*, p. 279.

XVI. *La théorie quantitative et les écoles monétaires.*— Dans le camp des monométallistes comme dans celui des bimétallistes se rencontrent des auteurs qui croient à l'action persistante des modifications dans la quantité de la monnaie sur les prix, et des auteurs qui nient cette action.

Chose singulière, les adversaires les plus résolus de la doctrine de la monnaie signe tombent, sans s'en douter, dans l'erreur qu'ils combattent généralement, quand ils prétendent que les instruments de crédit peuvent suppléer à la monnaie. Ils ne contestent pas le point de départ de la théorie quantitative et reconnaissent que le quantum raréfié des moyens de libération doit les faire rechercher. Ils pensent seulement que le développement du crédit rend la raréfaction impossible, et la crainte de cette raréfaction chimérique. C'est évidemment méconnaître que la matière dont la monnaie est faite doit avoir une valeur propre, et que c'est la condition *sine quâ non* de la fonction d'étalon de valeur.

Chose non moins singulière, on trouve des partisans de la monnaie signe réfractaires à l'idée que les instruments de crédit et le papier monnaie peuvent remplacer la monnaie. Je ne m'étonne pas que Montesquieu ait formulé la théorie quantitative en rappelant dans sa formule la doctrine de la monnaie signe : « L'établissement du prix des choses, dit-il, dépend toujours fondamentalement de la raison du total des choses au total des signes. » C'est là d'ailleurs une formule si peu précise qu'elle cesse d'être exacte. Je comprends moins que cette mixture de doctrines soit encore possible aujourd'hui. En tous cas, si la monnaie n'est qu'un signe, n'est qu'un mot, que la matière dont elle est faite n'importe guère, il y a lieu d'identifier les billets de banque et les espèces métalliques au point de vue qui nous occupe. Cette opinion est celle d'Émile de Laveleye, mais il faut bien reconnaître que s'il était dans la vérité sur ce point, le bimétallisme n'aurait

plus guère de raison d'être. Le regretté professeur de Liége pensait que « la valeur des métaux monétaires dépend du rapport existant entre la quantité des échanges à accomplir, d'une part, et, de l'autre, de la quantité totale de monnaie métallique et d'autres intermédiaires des échanges qui remplacent le métal. » D'après lui, « le billet de banque, remplissant exactement le même office que la monnaie d'or et d'argent, fait concurrence à celle-ci et la rend moins nécessaire (1) ». Il a soin de constater d'autre part que le développement du crédit n'est pas indéfiniment extensible et que la contraction monétaire y met obstacle (2). Ce point d'ailleurs ne paraît pas douteux.

La part de vérité afférente aux diverses doctrines monétaires dans leur relation avec la théorie quantitative a été faite dès longtemps par Paul le Jurisconsulte. J'ai cité déjà sa définition de la monnaie, qu'Émile de Laveleye admirait avec raison. Seulement, pour moi, Paul n'est pas le précurseur des partisans de la monnaie signe. Le choix de la substance dont la monnaie est faite ne lui paraît pas indifférent. Encore moins enseigne-t-il qu'un signe quelconque peut représenter les équivalences qui changent de possesseur dans l'échange. Mais il retrace exactement la marche qu'a suivie l'humanité pour la réalisation de cette création sociale, la monnaie. Il montre une *marchandise* choisie pour servir d'instrument d'échange et choisie de manière à parer à la difficulté d'équilibrer les valeurs dans l'échange. La quantité de la monnaie indiquée par lui comme un élément de sa valeur est au surplus un élément de la valeur de toute chose échangeable.

XVII. *La stabilité des prix doit être l'objectif d'un système monétaire rationnel.* — « Rien ne doit être si exempt de variation que ce qui est la commune mesure de tout,

(1) *La Monnaie et le bimétallisme international*, p. 35.
(2) *Ibid.*, p. 109.

dit Montesquieu. Le négoce par lui-même est très incertain ; et c'est un grand mal d'ajouter une nouvelle incertitude à celle qui est fondée sur la nature de la chose (1) ». L'échange, en effet, suppose des prestations équivalentes : la justice comme le développement économique exige que l'appréciation de l'équivalence soit possible, et par conséquent exige aussi la fixité de la valeur type. Une hausse comme une baisse de prix apporte la perturbation dans les conditions de l'échange.

XVIII. *La baisse des prix. Ses effets sociaux.* — La baisse des prix est souvent considérée comme un bienfait social, parce qu'on y voit une réduction du coût des subsistances, parce qu'on croit qu'il en résulte une amélioration du sort des classes laborieuses. Cette opinion est beaucoup trop absolue. Quand la baisse n'a d'autre cause que l'augmentation du pouvoir d'achat de la monnaie, elle est loin de remplir un rôle bienfaisant.

Il faut bien entendre l'expression *baisse des prix.*

Si, alors que les conditions de la généralité des échanges restent les mêmes, alors que choses et services s'évaluent au même taux, une denrée parmi les autres, le blé ou le pain, diminue de prix, je comprends que la masse des consommateurs s'en félicite. Ceux que cette baisse lèse dans leurs intérêts (2) auront à améliorer leurs procédés de production, à transformer leurs produits, etc.

Mais quand la baisse est générale, qu'elle ne se produit pas par une différence de valeur entre deux produits auparavant de même prix, mais au contraire par une différence de valeur de la généralité des produits — quand l'ensemble des prix baisse, — qu'arrive-t-il ? Tout citoyen qui n'est pas seulement consommateur, mais aussi pro-

(1) *Esprit des lois*, XXII, III.

(2) La lésion n'est pas fatale. Il est possible que ce soit la diminution du coût de production qui amène le producteur à abaisser spontanément les prix pour étendre le cercle de ses affaires et le nombre de ses clients.

ducteur, en souffrira. Êtes-vous agriculteur, industriel, entrepreneur, débiteur? Vous souffrirez : vos produits, vos services, vos efforts vaudront moins. Êtes-vous créancier, êtes-vous rentier? Vous avez chance de profits, si votre débiteur ne se ruine pas complètement, si votre gage hypothécaire ne diminue pas de valeur jusqu'à ne plus valoir la somme prêtée, si les titres de rente dont vous êtes porteur ne sont pas *convertis*. Ces dernières réflexions montrent l'harmonie des intérêts économiques sainement entendus. Au fond, chacun est exposé à souffrir de la baisse des prix, c'est-à-dire de la dépression de toutes les valeurs.

Voici comment M. Marshall, professeur à Cambridge et aujourd'hui le premier économiste de l'Angleterre, dépeint la baisse des prix et ses effets. « Une baisse des prix diminue le profit et appauvrit le fabricant, tandis qu'elle augmente le pouvoir d'achat de ceux qui ont des revenus fixes. D'autre part, elle enrichit les créanciers aux dépens des débiteurs, car si cet argent qui leur est dû leur est remboursé, il leur donne un plus grand pouvoir d'achat, et s'ils ont prêté à un taux d'intérêt fixe, chaque paiement leur vaut plus que si les prix étaient élevés. Mais, pour les mêmes raisons que cette baisse enrichit les créanciers et ceux qui ont des revenus fixes, elle appauvrit ces hommes d'affaires (c'est-à-dire entrepreneurs) qui ont emprunté de l'argent, et elle appauvrit ceux qui, comme la plupart des hommes d'affaires, ont à faire des paiements fixes pour les loyers, les salaires et d'autres objets (1) ».

En ce qui concerne l'ouvrier, il semble qu'il ait tout avantage à voir baisser les prix. Cela est vrai, tant que la baisse ne porte pas sérieusement atteinte aux profits de l'industrie; mais dès que celle-ci est atteinte, il l'est à son tour par répercussion, parce que le resserrement des

(1) *Economics of Industry*, livre III, chap. Ier. — Cité par M. Jones, *Conférence monétaire internationale de 1892, Procès-verbaux*, p. 258.

affaires a pour conséquence nécessaire moins de travail offert et un moindre salaire offert. Quant à l'élévation des prix et à ses effets sur la situation de ceux qui vivent du salaire, une distinction est nécessaire. L'ouvrier industriel pâtirait nécessairement du renchérissement spécial et artificiel du prix des denrées alimentaires. Au contraire, un relèvement de l'ensemble des prix amenant l'expansion de toutes les activités économiques serait pour lui comme pour la société entière un véritable bienfait.

XIX. *Pourquoi la stabilité des prix suppose l'augmentation du numéraire.* — La stabilité des prix suppose l'accroissement continu du volume monétaire, à cause de l'augmentation de la population, du développement de l'activité productive de l'humanité, à cause de la multiplication des richesses et des échanges. Si la masse monétaire grossit, le fait trouve un correctif dans le développement social même. Le simple *statu quo* dans le volume de monnaie doit déjà engendrer par conséquent la contraction monétaire. La disjonction d'une partie des métaux précieux de la masse monétaire doit être doublement agissante dans ce sens.

Ces considérations permettent de juger dès l'abord des effets fâcheux, funestes, de l'ostracisme dont on frappe successivement la monnaie d'argent dans les divers pays depuis vingt ans. « Annuler l'emploi de l'un des deux métaux comme monnaie, c'est diminuer la quantité des intermédiaires de l'échange et s'exposer à toutes les objections qui ressortent d'une comparaison entre les bienfaits d'une circulation pleine et les maux d'une circulation insuffisante. » Ainsi s'exprimait déjà Hamilton, premier secrétaire du Trésor (ministre des finances) de l'Union américaine dans un Rapport au Congrès en 1791.

XX. *Les partisans de l'augmentation continue du stock monétaire accusés de renouveler l'erreur du mercantilisme.* — On a reproché aux partisans de l'accroissement continu

de volume du numéraire métallique, de renouveler sous une autre forme l'erreur du mercantilisme.

Que faut-il entendre par doctrine mercantile?

« A partir du XVIe siècle, dit M. Cauwès, sous l'influence de la révolution économique produite par l'exploitation des mines d'or et d'argent du nouveau monde, les gouvernements et les peuples furent portés à croire que les métaux précieux étaient la richesse par excellence. L'enrichissement au moyen de l'or et de l'argent devint un système, une doctrine qui, sous le nom de *doctrine mercantile*, s'est perpétuée jusqu'à nous. Tout un ensemble de mesures a été inspiré par la doctrine mercantile au point de vue du commerce international. Elles se ramènent à une idée principale : vendre le plus possible aux étrangers, afin d'importer de l'or et de l'argent fournis en règlement des ventes, par conséquent favoriser les exportations; acheter, au contraire, le moins possible, afin d'éviter l'écoulement au dehors des métaux précieux, et pour cela prohiber en règle ordinaire les importations (1) ».

L'erreur est ancienne. Déjà, dans son traité *De Re rustica*, Caton l'avait érigée en doctrine économique.

« La doctrine mercantile, dit encore M. Cauwès, est tombée aujourd'hui dans un complet discrédit : l'or et l'argent ne sont dans les échanges extérieurs que l'équivalent des produits vendus et exportés, et ne constituent pas par eux-mêmes une plus grande richesse. »

A la vérité, la théorie quantitative est bien différente de la doctrine mercantile. Elle vise la circulation du numéraire et le développement de cette circulation; elle ne tend nullement à l'accumulation du numéraire.

C'est au contraire la pénurie de l'or, le *struggle for gold*, suite de la politique monométalliste, qui nous ramène au mercantilisme et à ses erreurs.

(1) *Précis d'économie politique*, n° 203.

XXI. *Monométallisme, protectionnisme, mercantilisme.* — La recrudescence protectionniste à laquelle nous assistons, n'est-elle pas le résultat d'une doctrine qui, si elle n'est le mercantilisme, s'en rapproche singulièrement ? Les bills Mac-Kinley n'ont-ils pas surtout pour but de retenir l'or aux États-Unis, d'en empêcher l'écoulement en vertu de la loi de Gresham ? Là où le libre échange règne, comme en Angleterre, l'élévation du taux de l'escompte n'a-t-il pas le même objectif, retenir et attirer l'or ?

Cette situation est le résultat de la rupture de l'équilibre entre les deux métaux précieux. L'ostracisme dont l'argent est frappé fait à l'autre métal une situation toute nouvelle, sans exemple dans l'histoire des prix. « On achète de l'or avec des billets pour grossir les encaisses sans nécessité, c'est-à-dire sans que la liquidation internationale y oblige, et on s'applaudit d'avoir enrichi par cette méthode renouvelée de l'antiquité, le trésor national. » Ainsi s'exprime un spécialiste éminent qui est en même temps un praticien entendu, M. Léon Say. « Les banques, dit-il, créent aux affaires internationales une situation nouvelle qui ne s'est pas encore rencontrée dans le passé (1) ». Les banques dénoncées par M. Léon Say sont les banques d'émission d'Espagne, d'Italie et de France, mais cette liste est bien incomplète. Toutes les nations civilisées forment un vaste champ de bataille témoin de cette lutte pour l'or, de New-York à Pétersbourg, en passant par Londres, Berlin et Vienne.

Aux raisons d'ordre économique qui donnent lieu à l'appréciation de l'or viennent s'ajouter des raisons d'ordre politique. Voici comment la situation est peinte à grands traits par un spécialiste belge bien connu, M. Georges de Laveleye : « La tendance actuelle aspire à affirmer la prééminence de l'or comme monnaie d'échange, au détri-

(1) *Compte rendu des travaux de l'Académie des sciences morales et politiques*, mars 1893, pp. 437 et suivantes.

ment de l'argent son ancien compagnon. Les besoins d'or pour cette fonction seront ainsi augmentés. Mais ce n'est pas tout. L'or, plus que jamais, est le métal qu'on cache, et cela au moment précis où il devrait pouvoir circuler librement et se porter là où il en manque. L'or, monnaie d'échange, est aussi monnaie de réserve pour les trésors de guerre. On le retient à Saint-Pétersbourg, à Rome, à Vienne, dans les pays qui subissent le poids de l'agio et sont sous le régime du cours forcé. Le milliard en or que possède la Banque Impériale de Russie est perdu pour le monde entier. Il est représenté par des billets-roubles qui perdent 50 p. c. de leur valeur dès qu'ils passent la frontière (1)! »

L'augmentation des réserves d'or des banques, il est vrai, a été signalée par certains monométallistes comme une preuve que l'or n'est point raréfié et que la contraction monétaire est une chimère. Mais l'or n'est point amené dans la cave des banques par la voie normale de la liquidation internationale. On l'acquiert à l'égal d'une richesse, à l'aide d'un procédé absolument désavoué par l'économie politique.

C'est que toute opération de crédit effectuée par l'intermédiaire des banques est gagée en dernière analyse sur une réserve métallique. C'est que cette réserve est d'autant plus nécessaire que le resserrement des affaires rend le capital plus timide et méfiant. C'est que la raréfaction de l'or doit le faire rechercher davantage par les banques. C'est que l'encaisse métallique est d'autant plus nécessaire que l'instrument de paiement s'est raréfié, que la surface du banquier, la couverture de ses opérations (jadis bimétallique) s'est rétrécie. Et il n'y a là rien de singulier. Le crédit d'une banque comme le crédit d'un particulier diffère de nature d'après les circonstances. Un entrepreneur qui a beaucoup de surface jouit d'un crédit qui repose

(1) *Moniteur des intérêts matériels*, 5 novembre 1893.

sur un gage entendu dans un sens très large, sa fortune; s'il a moins de surface, son crédit repose sur un gage au sens strict, une hypothèque, un nantissement véritable.

XXII. *C'est à la politique monétaire que la contraction monétaire est due.* — La démonétisation de l'argent est la cause, la contraction monétaire l'effet (1). « Les raisons mises en avant par les adversaires de cette théorie, dit M. H. Schmidt, — bon marché et extension de la production par les perfectionnements dans les moyens de communication, dans l'industrie, etc., — existaient aussi puissantes avant 1879 que depuis lors, sans qu'elles aient causé une baisse générale et durable dans les prix; cette baisse provient de la dépréciation continuelle de l'argent amenée par les erreurs commises dans la politique monétaire (2) ».

Jusqu'en 1870, jusqu'en 1876 même, l'or et l'argent étaient couramment employés dans les échanges internationaux pour une valeur qui resta toujours voisine du rapport légal des métaux selon la loi française. Ils remplissaient ensemble le rôle de monnaie universelle, de cette espèce de numéraire dont la quantité détermine les prix, ainsi qu'il a été expliqué.

A la suite de l'adoption de l'étalon d'or par l'Allemagne et par d'autres pays, de la suspension de la frappe libre de l'argent dans les pays de l'Union latine et aux États-Unis, la monnaie d'argent s'est trouvée déchue de ce rôle prépondérant. Ce rôle, elle le tenait de la stabilité de sa valeur, et la stabilité elle-même lui venait de la faculté du monnayage illimité.

(1) Sur le fait de la politique monétaire, le doute n'est pas possible. Mais les monométallistes ou bien nient la contraction monétaire et expliquent la baisse des prix par la surproduction, ou bien pensent que le mal actuel est un moindre mal que celui qu'eût produit le maintien de la frappe libre de l'argent. Au surplus, les monométallistes avisés trouvent que le monométallisme convient à leur pays et laissent le bimétallisme aux autres.

(2) *The Silver Question and its Social Aspects*, London, 1886. — Cité par Soetbeer, *Matériaux*, etc.

Depuis, il faut de l'or pour acquitter toutes les dettes internationales. Émile de Laveleye a parfaitement expliqué « comment l'Angleterre impose l'emploi de l'or comme monnaie libératoire à tous les États. » L'Angleterre créancière du monde entier n'acceptant de ses débiteurs d'autre monnaie que la monnaie jaune, il s'ensuit que chacun doit se conformer à cette loi du plus fort (1).

L'or est aujourd'hui la seule monnaie métallique — la seule monnaie — qui ait un cours international assuré. C'est en or que les États doivent acquitter leurs arrérages de la dette extérieure, et ils sont obligés par là d'acquérir et d'accumuler l'or à tout prix. A peine faut-il ajouter que l'accumulation de l'or dans les banques, causée par la contraction monétaire, rend cette contraction plus aiguë.

XXIII. *L'équilibre des prix.* — La baisse des prix a été expliquée par une comparaison fort juste.

« L'équilibre des prix est assez bien figuré par une balance à deux plateaux.

» Sur l'un des plateaux pèsent toutes les richesses, les propriétés, les marchandises, les valeurs qui s'échangent dans l'univers, le plateau s'affaisse sous ce fardeau et le niveau de la valeur s'abaisse avec lui.

» Mais sur l'autre plateau sont venus s'amonceler l'or

(1) « Un pays qui a l'étalon d'argent ou qui, ayant légalement comme étalon les deux métaux, ne conserve pas dans ses banques assez d'or pour payer toute traite de l'étranger en ce métal, subit de notables inconvénients :

« 1° Pour faire accepter ses emprunts soit de l'État, soit des compagnies industrielles, sur les places étrangères, il est obligé de s'engager à en payer les intérêts en or, et cet or, il ne peut se le procurer qu'en payant un agio parfois très considérable. Ainsi la République Argentine doit en payer un de 150 à 200 pour 100, ce qui l'entraîne à la banqueroute. Même chose en Autriche, en Russie, en Grèce et dans les États de l'Amérique méridionale.

» 2° La monnaie principale, l'argent, est soumise à des variations incessantes de valeur, et, de plus, elle n'est pas exportable à l'étranger pour régler une balance défavorable du commerce, puisqu'elle n'est plus admise à la frappe.

» 3° Il s'ensuit que les traites tirées sur ce pays suivent toutes les variations du prix de l'argent. »

(*La Monnaie et le bimétallisme international*, p. 223.)

et l'argent produits depuis des siècles, car l'or et l'argent ne se consomment pas comme les marchandises. Voilà ce plateau qui, sous le poids monétaire, s'affaisse à son tour, il fait remonter l'autre plateau, et avec lui remonte le niveau des prix des marchandises, des richesses et des valeurs universelles.

» L'équilibre s'était ainsi établi au cours des siècles, et l'aiguille placée au milieu marquait la moyenne des prix de l'univers. Sans dire pourquoi, voilà qu'en 1873 il vient à la pensée des gouvernements cette idée de démonétiser l'argent, d'enlever du plateau monétaire la moitié de la monnaie circulant dans l'univers ; tout naturellement le plateau portant les richesses universelles, emporté par son propre poids, fut précipité dans une baisse fatale (1) ».

XXIV. *Les conclusions de l'enquête de la " Depression of Trade Commission "*. — En Angleterre, la crise donna lieu à une enquête qui se fit par une commission constituée à cet effet. L'un des commissaires, délégué de la Grande-Bretagne à la Conférence monétaire de Bruxelles, résumait ainsi les résultats des travaux de la *Depression of Trade Commission* :

« Toutes les statistiques possibles furent produites devant nous, et l'évidence apparut avec force. Des opinions divergentes se firent jour, tant au sujet de l'étendue de la dépression qu'au sujet de ses causes ; mais, en fin de compte, on en arriva à ces cinq conclusions bien définies :

» 1° Que la dépression datait de l'année 1873 ou d'une » époque rapprochée ;

» 2° Qu'elle s'étendait à presque toutes les branches » de l'industrie — y compris l'agriculture, l'industrie » manufacturière et l'industrie minière, — et qu'elle n'était » pas limitée à l'Angleterre, mais avait fait son apparition

(1) Revue générale, mai 1893. Étude de M. Alph. Allard sur *La Crise agricole et manufacturière devant la Conférence de Bruxelles.*

» à un degré plus ou moins grand dans tous les pays
» industriels du monde ;

» 3° Qu'elle semblait être en connexité étroite avec la
» baisse sérieuse survenue dans les prix en général et qui,
» quoiqu'elle se soit plus fortement accentuée depuis, était
» déjà très sensible à ce moment ; baisse qui avait pour
» résultat de diminuer et, dans quelques cas, d'absorber
» même complètement le profit de l'industrie et d'amener
» conséquemment de l'irrégularité dans l'emploi de la
» main-d'œuvre ;

» 4° Que la durée de la dépression était des plus inac-
» coutumées et des plus anormales ;

» 5° Qu'il était impossible de parvenir à assigner une
» cause adéquate à cet état de choses, à moins qu'on ne
» l'attribuât à quelque perturbation générale des valeurs
» causée par des changements survenus dans le système
» monétaire, et capable d'affecter un territoire égal à celui
» sur lequel s'étendait la dépression.

» Ce fut à la suite de ce rapport, et sur la recommandation expresse de la « Depression of Trade Commission » elle-même, que fut instituée la « Gold and Silver Commission », en vue d'étudier les modifications récentes survenues dans la valeur relative des métaux précieux.

» Je ne m'appesantirai pas sur le rapport de cette Commission, persuadé que ses principales conclusions sont connues de la plupart, sinon de tous les délégues à la Conférence. Il suffira de dire qu'il confirmait les investigations de la commission précédente en ce qui concerne la date de la dépression, la baisse des prix et les effets de cette baisse sur toutes les industries, en même temps qu'il révélait les sérieuses conséquences qui étaient résultées de la destruction du rapport fixe entre l'or et l'argent d'environ 15 1/2 contre 1 qui avait existé en pratique pendant une période ininterrompue de 70 ans avant 1873, destruction qui avait troublé, embarrassé et en partie détruit le commerce entre les nations employant l'or et celles faisant

usage de l'argent, et qui avait amené le commerce honnête à n'être guère mieux que du jeu (1) ».

XXV. *Application de la théorie quantitative à la valeur relative de l'or et de l'argent.* — Comment en est-on venu là, et pourquoi?

L'étude de la théorie quantitative appliquée à la valeur relative de l'or et de l'argent va nous l'apprendre :

« Le rapport de l'or à l'argent dépend, toutes choses égales d'ailleurs, de l'étendue de leur circulation. » Tel est le principe formulé par Thorold Rogers. C'est dire, somme toute, que la valeur du métal comme la valeur de toute chose dépend de l'emploi qui en est fait, du besoin qu'on en a, de l'offre et de la demande. Si le quantum d'emploi d'un des deux métaux varie par rapport à l'autre, il doit se faire et il se fait une modification dans leur pouvoir d'achat respectif, et dans le pouvoir d'achat de l'un par rapport à l'autre.

Les exemples de la loi énoncée ici ne datent pas d'hier. « Frappé d'une hausse subite de l'or entre 1262 et 1296, dit Th. Rogers, j'ai consulté Muratori, qui m'apprit qu'à ce moment plusieurs cités italiennes adoptèrent la monnaie d'or et la firent venir des Échelles d'Orient, où elle était d'un usage constant, et avec qui elles entretenaient des relations commerciales régulières. C'est cette demande qui en avait fait hausser la valeur (1) ».

L'emploi que l'on fait des métaux précieux reste-t-il le même alors que la production de l'un d'eux subit une modification notable, il y a lieu d'attendre un phénomène analogue. C'est ainsi qu'après la découverte des mines d'or de la Californie et de l'Australie, Michel Chevalier s'attendait à ce que l'argent fût chassé en vertu de la loi de Gresham, son pouvoir d'achat vis-à-vis de l'or devant baisser considérablement. On sait que ce résultat ne se

(1) *Conférence monétaire internationale de 1892, Procès-verbaux*, p. 115.

produisit pas avec l'intensité redoutée. La valeur d'achat des métaux précieux diminua. Leur valeur relative demeura presque parfaitement stable, grâce à la frappe libre et à l'action compensatrice du double étalon, *qui maintint l'étendue de leur circulation.* Dans les circonstances actuelles, au contraire, l'action de la loi des quantités et des prix appliquée à la valeur relative de l'or et de l'argent s'exerce sans entraves. Cette fois, c'est la production de l'argent qui a augmenté, en même temps que son emploi monétaire était réduit. Comme le double étalon n'existe plus en fait, la chute de l'argent s'en est suivie. Quant aux prix, on comprend aisément qu'ils ont dû être affectés par une série de mesures et d'événements qui a abouti à retirer à l'argent sa fonction traditionnelle de monnaie internationale.

Les craintes de Michel Chevalier, en 1850, étaient nées de la connaissance de la loi des quantités et des prix : « L'équité, écrivait-il, commande qu'à partir de ce jour personne en France, État ou particulier, ne puisse plus s'acquitter en or qu'en supportant une réduction de la valeur de ce métal, laquelle resterait à déterminer périodiquement chaque année, et même chaque mois, par voie législative, d'après le cours comparé des deux métaux précieux (1) ». Je viens de dire pourquoi l'événement ne répondit pas aux prévisions de l'auteur.

Au nom de l'équité aussi, M. Alfred de Rothschild reconnaissait, à la Conférence monétaire de Bruxelles, qu'il faudrait augmenter les pensions des anciens fonctionnaires de l'Inde, parce qu'il n'est pas juste de payer en monnaie dépréciée des serviteurs de l'État qui doivent régler en Angleterre leurs dépenses à l'aide de monnaie d'or, de monnaie *appréciée.* Ce sont exemples tangibles de la portée pratique de la théorie monétaire.

Aujourd'hui la valeur d'échange de l'or, son pouvoir

(1) *Cours d'économie politique*, t. III, p. 474.

commercial, se trouve anormalement accru, bien que cette augmentation ne soit pas apparente.

XXVI. *La stabilité apparente de la valeur de l'or trompe M. Gladstone.* — « Si l'on nous accorde que la fixité de valeur est une condition essentielle pour tout moyen d'échange, comment vouloir associer à l'or, qui n'a varié que de 3 p. c., l'argent qui a, lui, varié de 40 p. c.? » Ainsi s'exprimait le 28 février 1893, à la Chambre des Communes, le premier ministre de la reine Victoria, M. Gladstone.

M. Goschen, ex-chancelier de l'Échiquier dans le cabinet Salisbury, lui répondit sur-le-champ que l'or a eu des variations de 25 à 30 p. c., non pas par rapport à l'argent, mais par rapport aux autres marchandises. Quand la valeur de l'or s'évaluait en argent, alors que régnait en fait le bimétallisme international, on pouvait en constater les variations, et celles-ci étaient minimes grâce à l'action compensatrice du double étalon. Aujourd'hui l'on ne peut plus mesurer la valeur de l'or par celle de l'argent : il faut recourir au procédé plus compliqué de l'*Index Numbers* (1), mais les résultats n'en sont pas moins décisifs.

XXVII. *L'instabilité des prix et les contrats.* — Il reste à étudier plus en détail les effets des modifications dans le pouvoir commercial de la monnaie.

« Une baisse générale des prix est désavantageuse pour les vendeurs et avantageuse pour les acheteurs; désavantageuse aussi pour les débiteurs et avantageuse pour les créanciers; car, pour acquitter une même dette, il faudra livrer l'équivalent de plus de travail ou de plus de denrées.

(1) C'est-à-dire comparer les prix de jadis et les prix d'aujourd'hui, mesurer la valeur de la monnaie d'or par la valeur de l'ensemble des choses, par l'ensemble des prix. La portée démonstrative des données de la statistique en cette matière suppose admise la théorie quantitative.

» Tel propriétaire rural doit 20 francs par an de contribution foncière à l'État et 20 francs à un créancier hypothécaire : si le froment vaut 20 francs les 100 kilogrammes, il s'acquittera de ses deux obligations moyennant 200 kilogrammes de froment, tandis qu'il devrait en livrer 400, si le prix du blé tombait à 10 francs (1) ».

Des considérations plus développées sur le même sujet ont été présentées à la Conférence monétaire de Bruxelles, par l'un des délégués des États-Unis, le sénateur John Jones; la plupart se trouvent vérifiées en Europe non moins qu'aux États-Unis.

« Sous l'influence néfaste de la baisse des prix, a-t-il dit, l'agriculture cesse d'être profitable. Si les fermes sont louées, le loyer, qui était juste et équitable au moment où il a été fixé, est devenu, avec le temps, injuste et inique, son payement exigeant, d'année en année, une portion constamment croissante du produit de la terre, jusqu'à ce qu'il ne reste plus au locataire qu'à mener une vie de misère et de privations. Si l'exploitant est propriétaire de la ferme, dans neuf cas sur dix elle est grevée d'une hypothèque. Fort peu d'exploitants possèdent leur ferme quitte et libre. Mais l'hypothèque qui, au commencement, n'était équivalente qu'à la moitié de la valeur de la ferme, devient bientôt, par suite de la baisse des prix des produits et de la réduction de valeur de la propriété qui en est la conséquence, équivalente aux trois quarts, et dans bien des cas, à l'échéance de l'hypothèque, le propriétaire se trouve forcé de céder toute sa ferme au créancier hypothécaire pour payer sa dette. C'est ainsi que, par suite de la baisse des prix résultant de l'accroissement de la valeur de l'unité monétaire, les agriculteurs passent d'un confort relatif à une pénurie absolue.

» L'effet sur les classes ouvrières n'est pas moins préjudiciable. Que le capital est timide, c'est passé à l'état de

(1) Émile de Laveleye, *Revue des Deux Mondes*, 15 mars 1891, p. 313.

proverbe. Aussitôt qu'il devient manifeste que les prix baissent et qu'aucun changement favorable ne peut être espéré, on cesse de projeter de nouvelles entreprises. Les industriels refusent d'agrandir leurs installations pour répondre à l'accroissement de la population. Mais, ce qui est pire, un moment arrive où même les installations existantes ne peuvent être conservées en bon état d'exploitation sans de grands sacrifices de capitaux. Les industriels, dont beaucoup travaillent avec de l'argent emprunté, au moins dans une certaine mesure, tâchent alors de recourir à diverses petites économies, afin de détourner ou de retarder la catastrophe. Mais aussi longtemps que les prix baissent, leurs efforts sont vains. Dans ces temps-là, tout le monde essaye autant que possible de retirer ses capitaux entièrement des entreprises industrielles afin de les placer en obligations; mais lorsqu'on ne peut y parvenir, on tâche d'échapper à la perte en travaillant à temps réduit ou, dans les cas extrêmes, en congédiant une partie du personnel ouvrier. On ne peut refuser au patron, pas plus qu'à l'ouvrier, le droit d'en appeler à la loi de conservation de soi-même.

» Mais, en condamnant ainsi à l'oisiveté un grand nombre d'ouvriers, quelle preuve ne donnons-nous pas de l'impuissance de notre civilisation tant vantée? On n'apprécie pas assez la nécessité suprême qu'il y a de maintenir tout le monde au travail.

» Ceux qui ont écrit sur l'économie politique ne s'occupent que de la richesse actuelle et des procédés par lesquels elle est créée. La richesse *in esse* est le sujet d'études détaillées et scientifiques. Chaque détail de sa production et de sa distribution est soumis à une analyse minutieuse, laborieuse. Mais il y a une richesse *in posse* à laquelle on ne consacre même pas une pensée passagère : c'est l'énorme masse des richesses potentielles qui pourraient être, et, dans des conditions convenables, qui seraient produites par les hommes qui sont forcément oisifs.

» Ce n'est pas exagérer que de dire qu'aujourd'hui, dans tout le monde occidental, des millions d'hommes sont innoccupés et attendent avec impatience le signal qui les appellera au travail. La perte de richesse causée par l'oisiveté d'une masse considérable d'hommes, même pour un seul jour, est presque incalculable. Mais combien plus grandes sont les pertes accumulées d'une génération !

» L'armée des travailleurs inoccupés s'augmente et continuera à s'augmenter aussi longtemps que les prix continueront à baisser et qu'ainsi sera découragé le placement des capitaux dans les entreprises productives. Le travail agissant de concert avec les forces naturelles est le créateur des richesses. Pour atteindre le plus haut degré d'efficacité, il doit être distribué à l'aide du capital et, pendant le cours de la production, il doit être soutenu par le capital.

» Si grandes que soient les richesses naturelles d'un pays, si favorable que soit son climat, si fertile que soit son sol, si ingénieux, si entreprenants, si industrieux que soient ses habitants, si libres que soient ses institutions, tant que le volume monétaire se contractera et que les prix tomberont, les commerçants de ce pays seront conduits à la banqueroute, ses industries seront désorganisées et la détresse et la misère y régneront (1) ».

Bien différents sont les effets de l'abondance monétaire sur le commerce. Ils ont été si manifestes après 1850 que nul ne songe à les méconnaître, même parmi ceux-là qui se refusent à voir dans la pénurie monétaire actuelle la cause de la crise. Dans la séance de la Chambre des Communes du 28 février 1893, séance dont il a déjà été question, M. Goschen faisait remarquer cette contradiction. « M. Gladstone, disait-il, a parlé en termes ingénieux de la prospérité qui a suivi les grandes découvertes d'or du milieu de ce siècle. Il en résulte logiquement qu'une

(1) *Conférence monétaire internationale de 1892, Procès-verbaux*, pp. 260-261.

réduction de l'approvisionnement d'or ou, ce qui revient au même, un rôle plus prépondérant conféré à l'or, en matière monétaire, devait produire un effet analogue dans un sens opposé, et cela au grand avantage des détenteurs de souverains, mais au grand préjudice de ceux qui ont à se procurer ces souverains. Cela étant, on ne peut s'étonner d'entendre les ouvriers du Lancashire dire : « C'est la » loi, et non pas la nature qui nous impose l'obligation de » produire davantage pour payer ce que nous devons. Il » est donc raisonnable que la loi vienne apporter à ce mal » un remède nécessaire (1) ».

XXVIII. *Les répercussions de la contraction monétaire.* — Quels sont donc, à côté de ceux qui pâtissent de la pénurie monétaire, ceux qui en profitent? J'ai cité déjà diverses classes de personnes. Il s'agit à présent de préciser.

D'après le professeur Andrews, de l'Université de Providence (États-Unis), « personne n'y gagne que les seuls rentiers, et nous pouvons être sûrs qu'aucun État civilisé ne fera des lois pour maintenir la baisse des prix, dès qu'on aura reconnu, comme on le reconnaîtra bientôt, que cette baisse fait tort à tout le monde, à l'exception de quelques-uns, qui ne produisent pas, mais qui vivent de leurs rentes. Les banquiers et les prêteurs d'argent ne sont pas intéressés, comme tels, à ce que les prix s'abaissent, et que la valeur de l'argent augmente. Ce qui enrichit les banquiers, c'est l'activité des affaires, le commerce florissant, les demandes de capitaux, les intérêts élevés : phénomènes qui n'accompagnent jamais l'augmentation de la valeur de l'argent, et qui par leur nature même ne peuvent le faire. En l'absence de guerres et de toutes causes aiguës qui diminuent la demande des fonds disponibles, l'abondance universelle actuelle de ceux-ci et les escomptes à bas prix

(1) Voir le *Bulletin de statistique et de législation comparée* du ministère des finances (France), livraison de mars 1893, p. 304.

qui en dérivent, doivent être considérés comme des signes indubitables d'un manque morbide d'argent dans la circulation générale (1) ».

Si on entre dans le détail des situations, on voit qu'en fait *personne* ne profite de la crise. Les rentiers, les seuls privilégiés d'après M. Andrews, sont exposés à subir, par le fait même de leur situation exceptionnelle, des *conversions* qui réduisent le taux nominal de l'intérêt de la Dette. En effet, l'insuffisance des bénéfices que donnent les entreprises industrielles, l'insécurité des affaires, portent les capitaux à chercher un emploi plus sûr, plus paisible. Ils se portent vers les emprunt d'État, et en faisant monter la rente, sollicitent la conversion de celle-ci. — Mais, dira-t-on, c'est l'État qui s'enrichit alors en fin de compte, c'est-à-dire la collectivité. Non, car la reprise des affaires serait infiniment plus utile à la communauté, d'autant mieux que le relèvement des prix et la réduction du pouvoir d'achat du numéraire, la facilité d'acheter la monnaie, si j'ose m'exprimer ainsi, correspondrait pour l'État même à un allégement de la Dette. C'est ainsi qu'après 1850 la situation financière des États européens s'est très considérablement améliorée, si bien que Paul Leroy-Beaulieu a pu dire que les découvertes d'or après 1848 avaient sauvé la France de la banqueroute.

L'on a mis en opposition la situation du créancier et celle du débiteur. Mais cette opposition n'est point fatale. Sans doute, tant que le débiteur peut faire le service régulier des intérêts à son créancier, le créancier profite de l'augmentation du pouvoir d'achat de l'argent; en recevant la même somme d'intérêts, il reçoit un instrument d'achat plus puissant que celui qu'il était en droit d'attendre quand il a contracté. De ce point de vue, la baisse des prix est une source de profits pour le créancier.

Cette action directe, immédiate, de la contraction moné-

(1) *Conférence monétaire internationale de 1892, Procès-verbaux*, p. 171.

taire est bien connue. L'on sait que, de 1873 à 1878, le régime monétaire des États-Unis fut celui de l'étalon d'or. La réforme de 1873 fut appréciée dans le public — qui vit bien vite à qui devait profiter l'obligation de faire en or tous les paiements — comme *un tour joué par les créanciers anglais.* Telle est l'appréciation d'Émile de Laveleye : il la justifie par les détails qu'il donne sur les circonstances qui accompagnèrent le vote de la loi et par l'appréciation même du premier rapporteur de la loi : « Le bill qui démonétisait l'argent, dit-il, ne fut ni lu, ni discuté sérieusement. A une question posée par M. Potter, député de New-York, le premier rapporteur, M. Kelley, répondit que la loi ne changeait nullement la valeur des monnaies. Quelques années plus tard, il dit : « Je ne con-
» nais pas de mystère comparable à celui du vote qui
« supprima l'ancien dollar d'argent ; personne n'a jamais
» pu me dire comment et pourquoi cette mesure a été
» votée (1) ».

D'ailleurs, la réponse du berger à la bergère ne se fit pas bien longtemps attendre. En 1878, le Congrès de Washington votait une loi destinée à empêcher dans l'avenir les porteurs étrangers de titres de la rente américaine de bénéficier d'une contraction monétaire artificielle, c'est-à-dire due à la modification de la politique monétaire. En même temps que le Congrès discutait la question du régime monétaire, rapporte M. Émile de Laveleye, « un sénateur de l'Ohio, M. Matthews, obtint des deux Chambres, le 29 janvier 1878, le vote d'une résolution peu connue en Europe, quoiqu'elle soit de première importance pour tous ceux qui détiennent des titres quelconques des États-Unis. Ce bill porte que les obligations *(bonds)* ayant été stipulées remboursables, capital et intérêts, en monnaie légale *(coin),* à une époque où le dollar d'argent de 412 grains et demi avait cours légal, les États-Unis ont

(1) *Le nouveau Silver Bill,* Revue des Deux Mondes, 15 mars 1891, p. 318.

à leur option le droit de faire tout remboursement en cette monnaie. Il s'ensuit que, quelle que puisse être un jour la dépréciation de l'argent, l'Union aura toujours le droit de payer ses dettes en ce métal (1) ».

Cette résolution, M. Gladstone la perdait certainement de vue quand il disait à la Chambre des Communes : « Il est certain que nous sommes, nous autres Anglais, les créanciers du monde entier. Il ne se passe pas une année sans que nous ajoutions quelque chose aux placements déjà faits à l'étranger. On reste au-dessous de la vérité en les évaluant à près de deux milliards de livres sterling. Dans ces conditions, il convient de bien réfléchir avant d'accomplir cet acte de véritable abnégation qui consisterait à laisser à nos débiteurs le choix entre deux modes de libération. Ils accueilleraient certainement avec gratitude un cadeau de 50 à 100 millions sterling, si nous étions disposés à le leur faire ; mais, en rendant hommage à notre générosité, ils mettraient en doute notre sagesse (2) ».

Sans doute, les Anglais sont les créanciers du monde entier, mais que s'ensuit-il ? N'ont-ils pas intérêt à éviter la banqueroute de leurs débiteurs ? Les krachs, les paniques qui se produisent dans le monde entier ont leur contre-coup nécessaire sur la place de Londres. C'est ainsi qu'un journal financier calculait dernièrement que les valeurs américaines se négociant à Londres avaient diminué de façon à infliger sept cents millions de francs (700 000 000) de pertes aux seuls capitalistes anglais dans les dix premiers jours de juillet 1893 (3).

En résumé :

La pénurie monétaire s'aggrave par la pénurie même ; son effet, qui est de resserrer les affaires, ne permet point

(1) *Le nouveau Silver Bill*, Revue des Deux Mondes, 15 mars 1891, p. 319
(2) 28 février 1893.
(3) Lettre de M. Alph. Allard au *Moniteur des intérêts matériels*. Voir ce journal, n° du 23 juillet 1893, p. 1735.

pour cela de se passer de numéraire; au contraire, l'atteinte portée au crédit rend les règlements en numéraire plus nécessaires et plus nombreux.

L'affluence monétaire, au contraire, se corrige par les effets normaux de cette affluence, l'élan donné aux affaires, les entreprises nouvelles, les transactions plus nombreuses que la monnaie doit alimenter (1).

XXIX. *Portée de la théorie quantitative de la monnaie.*— Malgré l'importance de la théorie quantitative, il ne faudrait pas croire que les mouvements dans le stock monétaire soient le seul facteur du mouvement des prix. Si le lecteur arrivait à cette conclusion, je me serais très mal fait comprendre. Je puis ajouter qu'il aurait perdu de vue la formule même de la théorie : « La valeur de la monnaie est en raison inverse de sa quantité, l'offre des marchandises restant la même. » Les modifications qui se produisent dans l'offre des marchandises sont l'autre facteur du problème, et ce facteur est complexe. Dans sa déposition devant la *Gold and Silver Commission,* M. Marshall, dont j'ai cité déjà au cours de ce travail les opinions autorisées, « évalue, d'après une baisse hypothétique de l'argent de 30 p. c. à 12 p. c. seulement la part à porter au compte de l'appréciation de l'or ou de la dépréciation relative de l'argent, et à 18 p. c. la part à porter au compte des faits appartenant à la *production* même (2) ».

Pour demeurer dans la vérité, on conclura que les chan-

(1) « Après 1850, dit Émile de Laveleye, par suite de l'exploitation des placers de la Californie et de l'Australie, la production annuelle de l'or fut décuplée, s'élevant jusqu'à 750 millions de francs, au lieu de 75 millions, comme dans la période précédente. Il en résulta une hausse des prix sensible que les deux statisticiens les plus compétents en cette matière, MM. Jevons et Soetbeer, estiment avoir été de 18 à 20 p. c. Si elle ne fut pas plus considérable, c'est parce qu'un accroissement prodigieux des entreprises, de la production et des échanges fit presque équilibre à l'augmentation si brusque et si inouïe des agents métalliques de la circulation. » *Revue des Deux Mondes,* 15 mars 1891, p. 314.

(2) Voir le résumé de l'enquête anglaise, parmi les documents annexés au compte rendu du *Congrès monétaire de 1889,* p. 324.

gements relatifs au quantum de numéraire admis dans la circulation internationale sont un des côtés — côté intéressant et important sans doute, — mais un des côtés seulement de la question des prix.

D'ailleurs, tout se tient en économie politique. L'offre des marchandises — le quantum de cette offre — n'est pas indépendante de la situation monétaire. Il a déjà été dit que l'affluence monétaire devenait un stimulant normal de la production. Les circonstances qui causent la contraction monétaire actuelle — l'appréciation de l'or, pour préciser — sont un stimulant, mais un stimulant anormal de la production. D'après le professeur Lexis, dont l'avis a été recueilli par la *Gold and Silver Commission*, les causes principales de la baisse des prix sont les suivantes :

1° L'accroissement général de la production dans l'industrie ;

2° Le développement de l'agriculture chez tous les peuples ;

3° Le stimulant que la baisse de l'argent a donné à la production agricole des peuples de l'Orient (1).

Dans cette opinion, l'action de la théorie quantitative est pleinement reconnue. Quant aux faits, il me paraît qu'il y a surtout un déplacement de la production et que c'est ce déplacement qui importe. C'est pourquoi j'ai dit que l'accroissement de production, résultat de la contraction monétaire, était anormal. Il n'est pas possible d'expliquer la crise actuelle par la surproduction, en invoquant la théorie de la périodicité des crises. Car, dans cette hypothèse, les chômages et les ruines industrielles causés par la surproduction doivent amener assez promptement la fin de la crise et faire renaître l'activité économique. La crise se prolonge au delà de toutes les prévisions, si l'on refuse de reconnaître l'importance du facteur monétaire.

(1) *Compte rendu du Congrès monétaire de 1889*, p. 343.

Les deux faits signalés en dernier lieu par M. Lexis comme des causes de la crise sont intimement liés. Le développement de l'agriculture, dans toute l'Amérique et dans l'Inde, et dans l'Europe orientale même, a été stimulé par la politique monétaire des grands États européens, par le discrédit de l'argent, par la prime à l'importation qui résulte de la différence du change, tant pour les pays à étalon d'argent que pour ceux qui sont soumis au régime du cours forcé du papier monnaie. Dans tous ces pays, les États-Unis exceptés, l'or fait prime. Avec un peu d'or, on y achète beaucoup de blé et ce blé est jeté sur les marchés de la vieille Europe ; il fait à l'agriculture de nos pays une concurrence fatale qui provoque presque partout des mesures protectionnistes.

CONCLUSION.

La seule vraie monnaie, celle qui ignore les frontières, celle que les hommes dans leurs transactions acceptent comme l'équivalent universel, c'est la monnaie métallique. La nature et la loi contribuent à déterminer sa valeur, à assurer la stabilité de sa valeur.

En cette matière, l'État a une mission de prudence à laquelle il a failli en maints pays. Car la fixité de l'étalon de valeur suppose, en raison du développement social, l'accroissement continu de la quantité du numéraire, et cette vérité a été absolument méconnue en fait depuis vingt ans. De la démonétisation de l'argent devaient découler toutes les conséquences qui en effet se sont produites : la pénurie monétaire et la crise.

M. Miguel E. Seminario, dans un beau livre que vient de publier tout récemment la librairie Guillaumin (1), résume ainsi les qualités requises de l'unité monétaire :

(1) *La Cuestion monetaria en la America española.*

1° Qu'elle puisse être produite indéfiniment à l'état identique ;

2° Qu'elle soit, dans la mesure du possible, inaltérable à l'usage ;

3° Que la matière dont elle est faite ne soit ni trop rare ni trop abondante ;

4° Qu'elle soit acceptée dans le plus grand nombre de pays possible.

Cette énumération détermine la part de la nature et celle de la loi dans le choix de l'unité monétaire. Car, il importe de le faire remarquer, la loi peut agir favorablement sur la rareté et l'abondance de la monnaie par le bimétallisme, qui exerce une action compensatrice. Quant à l'étendue de la circulation de la monnaie, elle présente pour le commerce des avantages inappréciables par la facilité et la certitude dont elle entoure les transactions.

L'ensemble de ces qualités ne se retrouve pas aujourd'hui dans l'étalon monétaire. Les inductions fournies sur ce point par l'étude des faits — politique monétaire, production de l'or et de l'argent, situation économique, — étude qu'il n'a pas été possible d'aborder d'une manière suivie et systématique, viennent confirmer les déductions de la théorie.

ÉDOUARD VAN DER SMISSEN.

ARAIGNÉES ET LEUR VENIN

On raconte du maréchal de Saxe qu'il fut obligé de s'arrêter un jour dans une hôtellerie où il n'y avait de libre qu'un lit dans lequel étaient morts tous les voyageurs qui avaient osé y coucher, sans que l'on pût savoir pourquoi.

Le maréchal prit néanmoins possession du lit fatal et fit asseoir son domestique à ses côtés. Or, au bout de quelques instants, celui-ci fut tout étonné et tout effrayé de voir son maître pâlir, se pâmer et avoir l'air de mourir sans rien dire. En essayant de le réveiller et de le faire revenir, il aperçut sur sa poitrine une grosse Araignée toute noire qui lui suçait le sang, ce qui faisait que le maréchal se mourait.

L'Araignée qui fait « se pâmer et mourir », on la retrouve un peu dans tous les temps et partout.

En Italie, c'est la *Tarentola,* dont la morsure ou piqûre produirait les effets les plus terribles, amenant même la mort si l'on ne se hâte de jouer au patient quelques airs de musique.

« O sœur, je vais mourir; car c'est la Tarentule.
Vois, mon pied saigne et mon front brûle (1) ».

(1) R. P. Delaporte, S. J., Récits et légendes : *Les Petits Pifferari de Tarente.*

En Espagne, en Corse, en Sardaigne, c'est la *Malmignatta*.

En Suisse, l'Araignée venimeuse du canton de Vaud.

Au Chili, la *Guina* ou *Pallu*.

Dans la Colombie, au Vénézuela, au Brésil, l'*Araña Cangrejo*.

Aux États-Unis, c'est l'Araignée noire ou brune à tache rouge, « black or brown spider with a red spot ».

En Nouvelle-Zélande, la bête connue sous le nom de *Katipo*.

A Madagascar, l'Araignée *Menavody* ou *Hala-Menavody*. — J'en passe, et des meilleures, sans doute (1).

Ne faudrait-il pas attribuer la prévention, l'effroi et l'horreur mêmes qu'inspire l'Araignée au préjugé que cette bestiole est dangereuse ? Habitués dès l'enfance à voir les personnes avec qui nous vivons manifester ces impressions à la vue d'une Araignée, notre sensibilité ainsi disposée nous fait plus tard nous comporter de même façon dans la même circonstance.

Cherchant à se rendre compte de la cause des préventions qui poursuivent l'Araignée, Léon Becker a fait de petites expériences assez curieuses.

Par exemple, prenant un Hanneton, il le plaçait dans les mains ou sur les bras nus d'un jeune enfant de quatre à six ans, qui se familiarisait facilement et se mettait à jouer avec l'innocent insecte.

Ayant remplacé le Hanneton par une Épeire diadème, l'enfant se mit à pousser des cris ; rien ne put le calmer, que la mort bien constatée de la pauvre Épeire (2).

Quoi qu'il en soit, on ne saurait nier qu'en bon nombre

(1) En Russie, l'Araignée appelée *Karacurt* sécréterait un venin qui, étudié par le professeur Breeger, aurait été reconnu pour être des plus toxiques. Cfr *Scientific American*, November 17, 1888. — D'après le Dr Seeland, médecin en chef de la province de Semiretschensk, la morsure de l'Araignée *Kararkurt* n'aurait une issue fatale chez l'homme que si l'on néglige tout traitement. Cfr *Der Zoologische Garten*, XXVII.

(2) *Comptes rendus de la Société entomologique de Belgique*, 1878.

de régions de notre planète, on attribue à des Araignées, et particulièrement à des Araignées de couleur sombre ou noire, les méfaits les plus *noirs*. Ces Aranéides méritent-elles leur terrible réputation, et jusqu'à quel point ces méfaits doivent-ils leur être imputés? C'est ce que nous allons tâcher d'examiner pour quelques-unes d'entre elles.

Et d'abord, en ce qui concerne la fameuse *Tarentola*, la Tarentule *(Tarentula Apuliae)* : d'après certains, il semblerait reconnu aujourd'hui que le venin de cette Araignée n'est dangereux que pour les insectes dont elle fait sa proie; et tous les faits de tarentisme n'existeraient plus... qu'à l'état de traditions. « Les phénomènes nerveux qui se développaient chez les malades étaient dus, non pas au venin inoculé par la Tarentule, mais seulement à la frayeur qu'inspirait sa morsure; et, comme il est arrivé souvent pendant les XVe et XVIe siècles, dans des circonstances analogues, la bizarrerie même de la maladie contribuait à la propager (1) ».

Il aurait été expérimenté que l'on peut être *piqué de la Tarentule* quasi impunément. « Des effets épouvantables de la légende, il ne resterait plus, en réalité, qu'une démangeaison persistant quelque temps à l'endroit où l'Araignée, de la pointe de ses crochets, a fait jaillir le sang à la manière d'une pointe d'aiguille (2) ».

Selon d'autres, la Lycose de la Pouille mériterait en quelque façon sa mauvaise réputation.

« La morsure de la Tarentule, dit le D^r^ Ch. Ozanam, détermine au premier moment une douleur semblable à celle d'une piqûre d'abeille. Les parties voisines prennent rapidement une couleur livide, jaune ou noire; la douleur devient très vive, mais quelquefois elle est remplacée par un engourdissement général. La partie malade se gonfle plus ou moins. Le malade est pris en même temps d'angoisse, d'abattement, d'une grande difficulté de respirer

(1) *Histoire naturelle des Araignées*, par E. Simon. Paris, 1864.
(2) *Les Araignées*, par É. Blanchard, REVUE DES DEUX MONDES, 1886.

et de douleur à la région du cœur..... Chez les malades les plus gravement atteints qui ont pu cependant résister aux premiers accidents, il survient au bout de quelques jours un état de mélancolie, désigné sous le nom de tarentisme, qui ne peut être dissipé que par la danse, la musique, ou par les progrès de l'âge ; mais il est rare que les blessés guérissent complètement : leur moral reste toujours plus ou moins affecté.... La recrudescence d'action du venin se fait d'abord lentement sentir, par l'inappétence, l'anxiété, la céphalalgie, du brisement dans les membres ; le patient a recours alors à la musique et à la danse, qui souvent calment les accidents, surtout quand il survient une forte sueur pendant l'exercice choréique. Mais quand l'accès débute subitement avant qu'on puisse y porter secours, le malade tombe à demi-mort, comme frappé par la foudre, les extrémités et la face deviennent livides, il survient de la suffocation, et les accidents continuent jusqu'à ce que les membres s'agitent, et bientôt tout le corps est sous l'influence d'une sorte de danse. Si ces phénomènes choréiques ne surviennent pas au moment critique, le malade restera toute cette année sujet à de graves accidents ; la peau prend une teinte ictérique, il survient une fièvre lente, de l'inappétence. La santé reste, au contraire, très bonne, si l'agitation et les sueurs ont lieu au moment favorable. »

Le Dr Ch. Ozanam fait remarquer que, d'après Baglivi, la Tarentule ne serait dangereuse que dans la plaine ; celle des montagnes voisines est sans danger, sa morsure ne détermine que de légers accidents. De plus, le venin n'a de force que pendant les trois mois les plus chauds de l'année, juin, juillet et août. Puis il cite l'observation suivante, due à ce même Baglivi, observation précieuse en ce qu'elle note les lésions du système nerveux produites par la morsure de l'Arachnide.

« En disséquant un lapin qui était mort de la piqûre de la Tarentule, Baglivi observa que la substance céré-

brale était attaquée d'une légère inflammation à l'origine des nerfs, tachetée çà et là de points livides ; en même temps une grande quantité de sérosité était épanchée sur le cerveau.

» Ainsi, injections des méninges, sub-méningite, épanchement de sérosité sous-arachnoïdienne, telles sont les lésions déterminées par la Tarentule sur les animaux et très probablement aussi sur l'homme. Il n'est donc pas étonnant que le délire et les convulsions en soient l'expression symptomatique. »

Discutant ensuite la question de la réalité du tarentisme, le Dr Ch. Ozanam croit pouvoir la résoudre par l'affirmative, s'appuyant sur les observations de Baglivi, Read, Valetta, Pigonatti, Sanguinetto, et sur celles plus récentes de S. de Renzy.

Une certaine ressemblance éloignée, ajoute le savant docteur, a pu amener à confondre le tarentisme accidentel avec ces grandes épidémies de chorée qui se sont produites au moyen âge ; « mais elles n'en sont pas mois deux maladies distinctes, l'une complètement accidentelle, résultant de l'action d'un venin, l'autre purement nerveuse et prenant les attributs de l'endémie et de l'épidémie (1) ».

D'après le Dr J. Chatin, le tarentisme se réduirait, en réalité, à une douleur assez vive, suivie d'un œdème parfois notable et de vomissements, etc. ; une application d'ammoniaque et des diaphorétiques suffiraient à dissiper ces accidents ; ils se compliqueraient parfois de légers phénomènes nerveux, imputables, non au venin de la Tarentule, mais à la frayeur invraisemblable que cause sa morsure (2).

Il ne sera peut-être pas sans intérêt de relater ici une partie des expériences de J. H. Fabre sur la Tarentule à

(1) Cfr *Étude sur le venin des Arachnides*, par le Dr Ch. Ozanam. Paris, 1856. Extrait du journal L'Art médical.

(2) *Nouveau dictionnaire de médecine et de chirurgie pratiques.* Paris, 1886, t. XXXIX, art. *Venin.*

ventre noir, expériences si bien décrites par le savant naturaliste de Vaucluse dans ses *Souvenirs entomologiques*.

« Ma région ne possède pas la Tarentule ordinaire....; mais elle a son équivalent, la Tarentule à ventre noir ou Lycose de Narbonne, moitié moindre que la première, parée de velours noir à la face inférieure, sous le ventre surtout, chevronnée de brun sur l'abdomen, annelée de gris et de blanc sur les pattes. Les terrains arides, caillouteux, à végétation de thym grillée par le soleil, sont sa demeure favorite. Dans mon laboratoire de l'Harmas, il y a bien une vingtaine de terriers de cette Lycose. . . .

. . . . . .

» Je me montai donc une ménagerie de ces Crotales pour juger de la virulence de leur venin et de son effet suivant la partie du corps atteinte par les crochets. Une douzaine de flacons et d'éprouvettes reçurent isolément les prisonniers.... Pour qui jette un cri d'effroi à la vue d'une Araignée, mon cabinet peuplé d'affreuses Lycoses eût paru séjour peu rassurant.

» Si la Tarentule dédaigne ou plutôt n'ose attaquer un adversaire qu'on met en sa présence dans un flacon, elle n'hésite guère à mordre celui qu'on met sous ses crochets. Je saisis l'Aranéide par le thorax avec des pinces, et je présente à sa bouche l'animal que je veux faire piquer. A l'instant, si la bête n'a pas été déjà fatiguée par des expériences, les crochets s'ouvrent et s'implantent. C'est sur le Xylocope que j'ai d'abord essayé les effets de la morsure. Atteint à la nuque, l'Hyménoptère succombe à l'instant... Atteint à l'abdomen, et remis alors dans un large flacon qui le laisse libre dans ses mouvements, l'insecte semble d'abord ne rien avoir éprouvé de sérieux. Il vole, il se démène, il bourdonne. Mais une demi-heure ne s'est pas écoulée que la mort est imminente. Couché sur le dos ou sur le flanc, l'insecte est immobile. A peine quelques mouvements des pattes, quelques pulsations du ventre, qui se

continuent jusqu'au lendemain, annoncent que la vie ne s'est pas encore totalement retirée. Puis tout cesse : le Xylocope est un cadavre. . . . . .

» L'ordre des Orthoptères m'a fourni une seconde série de patients : des Sauterelles vertes de la longueur du doigt, des Dectiques à grosse tête, des Éphippigères. Même résultat pour la morsure à la nuque : la mort est foudroyante. Atteint autre part, notamment au ventre, l'expérimenté résiste assez longtemps. J'ai vu une Éphippigère, mordue à l'abdomen, se maintenir pendant une quinzaine d'heures solidement cramponnée à la paroi lisse et verticale de la cloche lui servant de prison. Enfin elle est tombée pour mourir. Là où l'Hyménoptère, fine nature, succombe en moins d'une demi-heure, l'Orthoptère, grossier ruminant, résiste un jour entier. . . .

. . . . . .

» Je fais mordre à la jambe un jeune Moineau bien emplumé, prêt à quitter le nid. Une goutte de sang coule ; le point atteint s'entoure d'une aréole rougeâtre, puis violacée. Presque immédiatement l'oiseau ne peut se servir de sa patte, qui est traînante, avec les doigts recroquevillés ; il sautille sur l'autre. Du reste, le patient n'a pas l'air de bien se préoccuper de son mal ; il a l'appétit bon. Mes filles le nourrissent de mouches, de mie de pain, de pulpe d'abricot. Il se rétablira, il prendra des forces ; la pauvre victime des curiosités de la science sera rendue à la liberté. C'est notre souhait à tous, notre projet. Douze heures après, l'espoir de guérison s'accroît ; l'infirme accepte très volontiers la nourriture ; il la réclame si l'on tarde trop. Mais la patte est toujours traînante. Je crois à une paralysie temporaire, qui se dissipera bientôt. Le surlendemain, la nourriture est refusée. S'enveloppant de son stoïcisme et de ses plumes ébouriffées, l'oisillon fait la boule, tantôt immobile, tantôt pris de soubresauts. Mes filles le réchauffent de l'haleine dans le creux de la main. Les convulsions deviennent

plus fréquentes. Un bâillement annonce que c'est fini. L'oiseau est mort. »

Une dernière expérience fut faite sur une Taupe, prise ravageant un carré de laitues du jardin de Sérignan..... « Il était à craindre que ma captive, avec son famélique estomac, donnât lieu à des doutes, s'il fallait la garder quelques jours. Elle pouvait périr, non de sa blessure, mais d'inanition, si je ne parvenais à lui donner une nourriture convenable, assez abondante, assez fréquemment distribuée. Je m'exposais ainsi à mettre sur le compte du venin ce qui pouvait bien n'être que le résultat de la famine. J'avais donc à reconnaître d'abord s'il m'était possible de conserver la Taupe en captivité. Installée au fond d'un large récipient d'où elle ne pouvait sortir, la bête reçut pour aliments des insectes variés, Scarabées, Sauterelles, Cigales surtout, qu'elle grugeait d'un excellent appétit. Vingt-quatre heures de ce régime me convainquirent que l'animal s'accommodait de ce menu et prenait très bien sa captivité en patience.

« Je la fis mordre par la Tarentule au bout du groin. Remise dans sa cage, la bête, à tout instant, se gratte le museau avec ses larges pattes. Cela cuit, paraît-il, cela démange. Désormais, la provision de Cigales est de moins en moins consommée ; le lendemain au soir, elle est même refusée. Trente-six heures après la morsure, la Taupe meurt pendant la nuit, et ce n'est certes pas d'inanition, car il y avait encore dans le récipient une demi-douzaine de Cigales vivantes et quelques Scarabées.

« Ainsi la morsure de la Tarentule à ventre noir est redoutable pour des animaux autres que des insectes ; elle est mortelle pour le Moineau, elle est mortelle pour la Taupe. Jusqu'à quel point faut-il généraliser ? Je l'ignore, mes recherches ne s'étant pas étendues plus loin. Il me semble, néanmoins, d'après le peu que j'ai vu, que la morsure de cette Aranéide ne serait pas chez l'homme un

accident négligeable. C'est tout ce que j'ai à dire à la médecine (1) ».

Même partage d'opinions au sujet de la nocuité de la morsure ou piqûre de la *Malmignatta,* Aranéide appartenant au genre *Lathrodectus.*

D'après le Dr J. Chatin, la morsure de cette Araignée, longtemps regardée comme mortelle, ne semblerait en réalité avoir quelque action que sur les très petits animaux.

Lucas, qui a étudié l'Araignée en Algérie, et qui en aurait été mordu lui-même plusieurs fois, n'a pas observé les dangereux effets imputés à sa morsure.

Blackwal pense que les conséquences fatales attribuées à la morsure de la Malmignatte doivent être, comme celles mises sur le compte de la Tarentule, rangées parmi les amusantes fictions de l'histoire naturelle des Aranéides.

D'autre part, Keysler, Boccone, Luigi Toti, Marmocchi, Cauro auraient établi par des observations régulières que la morsure de la Malmignatte est venimeuse ; et d'après le dernier de ces observateurs, elle produirait des accidents analogues à ceux de la morsure de la Vipère, mais moins douloureux et moins graves : engourdissement, tremblement général, nausées, vomissements, sueurs froides, syncopes ou convulsions, délire, pouls fréquent, irrégulier ; puis, cardialgie, douleurs précordiales, douleurs dans toutes les jointures, jaunisse universelle, retour long à la santé. Les douleurs articulaires persisteraient quelquefois plusieurs années.

Le Dr Graells, chargé par l'Académie de médecine de Barcelone de faire une enquête sur les accidents déterminés par la morsure ou piqûre de la Malmignatte, aurait observé, en Espagne, plusieurs cas où cette morsure aurait amené chez les sujets lésés une sensation de chaleur brûlante, la forte constriction de la gorge, ténesme et

(1) *Nouveaux souvenirs entomologiques,* par J. H. Fabre. Paris, 1882.

céphalalgie ; puis des convulsions générales, mais surtout aux extrémités, souvent suivies d'insensibilité, spécialement aux pieds qui sont ordinairement livides, tout le corps étant enflé : symptômes provoquant chez le patient abattement d'esprit et appréhension de mort.

D'après Raikem, la Malmignatte ne serait réellement à craindre que dans la saison d'été, au mois d'août. Dans les autres saisons, quand la bête a été longtemps privée de nourriture et quand elle est en captivité depuis plusieurs jours, les accidents produits par sa piqûre seraient peu ou point marqués et nullement redoutables. Les phénomènes morbides que déterminerait chez l'homme la piqûre de la Malmignatte, se dissiperaient ordinairement au bout de trois ou quatre jours. Une sueur abondante en favoriserait la résolution (1).

L'Araignée venimeuse du canton de Vaud, observée par le Dr A. Forel, est le *Chiracanthium nutrix*. « Il est long d'un centimètre et demi environ, a l'abdomen grisâtre un peu soyeux, le thorax et les pattes d'un jaune-rougeâtre, et possède deux énormes mandibules dont le premier et large membre est d'un rouge vif, tandis que le second membre long, étroit, dur et pointu, replié au repos sous le premier, est d'un noir luisant. Le thorax est assez gros, l'abdomen plutôt petit et allongé, les pattes de grandeur moyenne. Cette Araignée se trouve en été et en automne dans nos haies, souvent en assez grande abondance. Son corps est flasque et son allure paresseuse. Je ne connais pas ses premiers états. La femelle adulte se file une coque de soie très serrée et très fine, d'un blanc

(1) Cfr : *Traitement de la morsure du Theridion Malmigniate*, par Cauro. Thèse de Paris, 1833; — *Histoire naturelle des Insectes aptères*, par Walckenaer. Paris, 1837; — *Annales des sciences naturelles*, Paris, 1839; — *Annales de la Société entomologique de France*, 1842 et 1843; — *Transaction of the Linnaean Society*, London, 1855; — *Étude sur le venin des Arachnides*, par le Dr Ch. Ozanam, Paris, 1856; — *Histoire naturelle des Araignées*, par J. Simon, Paris, 1864; — *Nouveau dictionnaire de médecine et de chirurgie pratiques*, Paris, 1886, t. XXXIX, art. *Venin*.

opaque, grosse comme un œuf de pintade, mais plus ou moins sphérique; quelques feuilles prises dans les parois de cette coque la recouvrent ordinairement en partie. C'est dans cette case, hermétiquement fermée de toute part, qu'elle soigne ses œufs réunis en paquet, et plus tard les petits qui en éclosent. Si l'on fait un trou à la coque, l'Araignée montre la tête, ouvre ses grandes mandibules, et malheur à celui qui se laisse mordre. Si on lui présente une mouche, ou un insecte analogue plein de vie, il tombe en général raide mort à la première morsure. Lorsque l'Araignée a mordu une ou deux fois, son venin, renfermé dans ses mandibules creuses, s'épuise et devient moins efficace. Vient-elle alors à mordre un insecte un peu gros, celui-ci n'est qu'abasourdi pendant quelques minutes, puis il se remet entièrement. J'ai été mordu une fois au doigt, il y a plusieurs années, par une femelle, en voulant la prendre. Je ressentis aussitôt une violente douleur dans la main, puis dans tout le bras, surtout au coude. Moins d'une minute après, je ressentis un malaise général, je fus couvert d'une sueur froide, et une personne qui était avec moi dut me soutenir par le bras et me ramener ainsi à la maison. Il ne survint aucune enflure; le malaise général et la douleur du bras se dissipèrent très rapidement, mais la place mordue demeura douloureuse pendant quelques jours. Ce qu'il y a de très particulier dans ce venin, c'est son effet foudroyant et de si courte durée, effet qui paraît être le même chez l'homme et chez les insectes... Le mâle rôde souvent aux alentours du nid de la femelle. Il est plus petit, plus étroit, et ses pinces sont moins fortes. Il est venimeux aussi, mais moins que la femelle. J'en ai été mordu deux fois; la douleur est vive, mais locale et passagère (1) ».

Des détails fort intéressants sur l'*Araña cangrejo*, Mygale aviculaire, ont été publiés par Éd. André : « La

(1) Bull. Soc. vaud. sc. nat., XIV. *Une Araignée venimeuse* (Chiracanthium nutrix, Walck.) *dans le canton de Vaud*, par le Dr Auguste Forel.

Mygale aviculaire *(Mygale avicularia,* Latr.) excite l'horreur dans toutes les régions où on la rencontre. Aux Antilles, dans les forêts du Vénézuéla, de la Colombie, du Brésil, des Guyanes, de l'Ecuador, son aspect repoussant a motivé, chez les résidents comme chez les voyageurs, une terreur exagérée encore par l'imagination des indigènes.

» Que de fois, couché dans mon hamac, n'ai-je pas entendu, pendant les longues veillées des nuits équinoxiales, les Indiens et les péons, accroupis autour du feu allumé pour le campement dans la forêt vierge, *sub Jove crudo,* se raconter mutuellement des histoires — ou plutôt des fables — dont les serpents, les chauves-souris, les grandes Mygales, fournissaient l'inépuisable thème ! A mesure que la soirée se prolongeait, les narrations se nourrissaient de contes de plus en plus extraordinaires. Des hécatombes d'oiseaux dévorés sur leurs nids par l'*Araña cangrejo* (Araignée-crabe) aux longues pattes velues, aux mâchoires empoisonnées, l'orateur passait à des faits plus dramatiques, et souvent les dernières lueurs du brasier mourant prêtaient leur accompagnement fantastique au récit de quelque enfant saigné dans son berceau ! Dégagée de ces exagérations locales si fréquentes chez ces esprits faibles, à l'état de nature — et dont il ne serait pas difficile de trouver des exemples plus près de nous, — l'histoire de la Mygale aviculaire reste encore assez intéressante pour mériter d'être racontée et surtout d'être mieux connue . . . . . .

» Au cours de mes voyages dans l'Amérique équinoxiale, j'ai pu voir, à plusieurs reprises, la Mygale aviculaire à l'état de nature, et il me sera peut-être permis d'ajouter quelques observations personnelles à celles des voyageurs qui m'ont précédé.

» De plusieurs centaines d'espèces d'Araignées aujourd'hui décrites, celle-ci est la plus volumineuse. Le plus gros exemplaire que j'ai capturé et rapporté mesure exac-

tement, les pattes étendues, 18 centimètres de diamètre. La première fois que je la vis, c'était à la Martinique, non loin de Saint-Pierre, dans les arbres qui bordent la route du Morne-Rouge. Son nid était suspendu à la branche d'un *Palicourea,* élégant arbuste de la famille des Rubiacées, et il rappelait beaucoup, par son aspect, les grosses *bourses* de chenilles que l'on trouve si fréquemment sur les Pins d'Alep *(Pinus halepensis,* Ait.), sur les montagnes des environs de Cannes et de Nice. Ce nid se composait d'un tissu d'un beau blanc soyeux, à plusieurs couches épaisses, consolidé par des fils très forts, rigides, capables d'arrêter un petit oiseau. Au centre étaient placés les œufs, qui peuvent atteindre le nombre de 1500 à 2000. Dès que les petits sont éclos et sortent du cocon, les grosses fourmis du genre *Myrmica* leur font une guerre acharnée, et se repaissent de leur chair blanchâtre, sans consistance et dépourvue de poils. Cette destruction vient heureusement contrebalancer les ravages que ferait la Mygale aviculaire, si elle se multipliait trop abondamment.

» En effet, l'animal adulte, dont le corps ne mesure pas moins de 7 centimètres de longueur sans les pattes, est aussi féroce que son aspect l'annonce. Tout son corps est hérissé de longs poils brun roux. Ses yeux sont au nombre de huit, étrangement groupés sur une petite élévation (céphalothorax); six sont disposés de chaque côté en triangle de la façon la plus bizarre, et les deux autres sont séparés, au sommet de cette éminence verruqueuse. A l'extrémité des mâchoires, noires, fortes et lisses, se trouvent les *palpes,* en forme de pattes, terminées chacune par un énorme aiguillon noir, luisant, obliquement ventru comme le dard du scorpion et, comme lui, rempli d'un venin dangereux.

» Ce ne sont pas là ses seules armes. A l'extrémité de son abdomen, deux glandes allongées sécrètent un liquide abondant, lactescent, corrosif, que la Mygale peut lancer

à volonté contre son ennemi, pour l'aveugler ou l'insensibiliser. Ajoutons à cela une force musculaire si considérable, qu'on peut très difficilement lui faire lâcher prise, même lorsqu'elle est accrochée à un corps lisse, et l'on se fera l'idée de la manière redoutable dont cette espèce est armée.

» Il est rare qu'on voie la Mygale aviculaire chasser pendant le jour, si ce n'est près de son nid, et principalement dans les endroits obscurs. Mais, dès que la nuit va tomber, elle sort de son repaire. Son agilité prodigieuse, qu'elle partage avec toutes ses congénères, est doublée d'une intrépidité rare. Elle attaque de gros lézards, comme l'Anolis caïman, des Antilles, et les serpents aussi, dit-on ; elle fond sur eux avec la rapidité de l'éclair, en les saisissant à la partie supérieure du cou, pour les empêcher de lui résister. Si elle surprend un oiseau-mouche sur ses œufs, elle lui enfonce ses terribles tenailles entre la base du crâne et les premières vertèbres, lui injecte son venin qui le paralyse, et aspire à l'aise le sang de sa victime.

» J'ai raconté en ces termes, dans la relation de mon voyage publiée dans le *Tour du Monde* (1), en quelles circonstances j'ai été mordu par une Mygale aviculaire dans la Cordillère occidentale des Andes de la Nouvelle-Grenade : — A la Quebrada de Tulpas, la végétation des monocotylédones prend des allures désordonnées, d'une beauté sauvage. Sur ses rives pittoresques, profondément encaissées, j'admire, penchés au-dessus des eaux bouillonnantes, une profusion d'Aroïdées, de Fougères, de Broméliacées, de Palmiers. Et je ne parle pas des Beslérias aux collerettes écarlates, ni d'autres Gesnériacées grimpantes aux calices hérissés et pourpres, ni des Utriculaires aux fleurs roses, des Orchidées insectiformes, etc. De charmants oiseaux-mouches traversent l'air, jetant leur petit cri aigu. En contournant le tronc d'un énorme *Ficus*,

(1) Vol. XLV, 1169e livr., p. 346.

je vois un de ces bijoux vivants (la *Lesbia amaryllis)* se poser sur la branche sarmenteuse d'un *Piper*. Son nid est là. Je me hisse doucement sur le tronc de l'arbre, mais au moment où j'avance la main, une Araignée monstrueuse, la Mygale aviculaire, se précipite sur lui et le saisit à la gorge. En un clin d'œil je me jette sur l'affreux insecte qui lâche sa proie, me saute au visage et me mord au côté gauche du cou. Je réussis cependant à le capturer, à le tuer, et il fait aujourd'hui partie de ma collection. Malgré une application presque immédiate d'eau phéniquée, il résulta de cette piqûre un abcès dont je garderai la marque toute ma vie. — La morsure est fort douloureuse. Elle passe à tort pour très dangereuse; elle l'est, en réalité, moins que celle d'autres espèces plus petites. Une fièvre qui peut durer 24 heures, avec plus ou moins d'intensité, suivant l'élévation de la température ambiante, une lassitude de plusieurs jours, jusqu'à ce que le venin soit éliminé, sont les seuls accidents véritablement à craindre.

» Quoi qu'il en soit, si l'étude de pareils êtres pique la curiosité et donne de l'intérêt au souvenir de ces explorations lointaines, il faut bénir la Providence de nous avoir fait naître sous des cieux plus cléments, loin des surprises désagréables que peuvent causer de telles rencontres (1) ».

L'Araignée des États-Unis, — brune ou noire avec tache rouge — semble appartenir au même genre que la Malmignatte. Ce serait le Lathrodecte assassin *(Lathrodectus mactans)*.

Une enquête sur la nocuité du venin des Araignées a été ouverte. Les pièces ou documents en sont donnés dans *Insect Life* (2), bulletin périodique publié à Washington par le Service ou Division d'entomologie des États-Unis,

(1) La Nature, Paris, 20 décembre 1884, n° 603. *La Mygale aviculaire*, par Éd. André.

(2) Années 1889-1893.

sous l'active et savante direction du chef de ce service, M. C. V. Riley, et de son premier assistant, M. L. O. Howard.

J'y relève un grand nombre de cas où des accidents de gravité diverse ont été attribués à des morsures ou piqûres d'Araignées. Ceux rapportés par un médecin, le Dr E. R. Corson de Savannah, Ga., sont particulièrement dignes de remarque. Les symptômes observés ont été : douleurs vives dans le ventre et le dos, convulsions, fièvre, respiration dyspnéique, pouls fréquent et dur. Le Dr Corson en conclut à l'hypothèse d'un venin à propriétés tétaniques.

Le traitement a consisté en injections de morphine et stimulants à l'intérieur, qui ont plus ou moins promptement rétabli les malades. Mais dans aucun des six cas traités par le Dr Corson, une certitude suffisante n'a pu être établie sur la nature exacte de la bête qui aurait mordu les sujets.

Un autre cas, signalé par un jeune fermier des environs de Greensborough, est celui d'un homme piqué au cou par une Araignée noire à tache rouge, vers 8 h. 30 du matin, et mourant le même jour entre 10 et 11 h. du soir, après vives douleurs, spasmes et coma. Là encore, la certitude fait défaut sur la détermination exacte de l'Aranéide, quoique les indications fournies semblent se rapporter au *Lathrodectus mactans*. De plus, le sujet, mordu le matin vers 8 h. 30, sans se préoccuper davantage de sa blessure, semble avoir continué un travail pénible jusque vers 11 h. 30. A cette heure, commençant à ressentir des douleurs vives dans tout le corps, il aurait fait près d'une lieue pour se rendre à Greensborough et en revenir, après avoir absorbé une certaine quantité de wisky.

Le seul cas qui paraisse devoir être imputé avec quelque certitude au *Lathrodectus mactans* est celui d'un enfant mordu à la paupière de l'œil gauche, le 5 octobre 1891,

près de Boston. Inflammation, fièvre et convulsions, tels furent les symptômes observés, et qui durèrent environ trois jours. Après une quinzaine, l'enfant était complètement rétabli.

Le Dr Marx, bien connu par ses études sur les Aranéides, a donné récemment, à la Société entomologique de Washington (1), un rapport sur des expériences qu'il a instituées dans le but de se rendre compte si la piqûre du *Lathrodectus mactans* était dangereuse ou non. Il a tout d'abord constaté que la vésicule ou glande vénénifique du *Lathrodectus mactans* était particulièrement petite. Des inoculations du venin qu'il a pratiquées sur des Lapins et des Cobayes lui auraient donné des résultats tout à fait négatifs.

Je travaillais à la rédaction de cette note quand j'appris la publication, dans les *Actes de la Société scientifique du Chili*, d'un mémoire du Dr E. Puga Borne sur l'Araignée connue dans le pays sous les noms de *Guina* ou *Pallu (Lathrodectus formidabilis)*. Grâce à l'obligeance de l'auteur, j'ai pu avoir communication de cette étude consciencieuse, une des plus sérieuses et complètes parues jusqu'à ce jour sur la matière.

Le savant professeur de Santiago, après avoir étudié et observé sur l'homme, expérimenté sur divers animaux les effets de la morsure du *Lathrodectus formidabilis*, pense que les perturbations graves constatées sur les sujets mordus doivent être attribuées réellement au venin de cette Aranéide. Les principaux symptômes seraient : douleurs générales très vives, fièvre, semi-paralysie, convulsions, délire, sueurs et nausées.

Le Dr Puga Borne n'a observé aucun cas à terminaison fatale chez l'homme ; mais la faiblesse de corps et d'esprit persisterait d'ordinaire assez longtemps chez les convalescents. D'après les expériences qu'il a pratiquées sur divers

(1) Séances des 2 octobre et 6 novembre 1890.

animaux, la piqûre du *Lathrodectus formidabilis* serait mortelle pour un grand nombre d'espèces, telles que Grenouilles, Lézards, Lapins, voire même pour les Chevaux (1).

Le *Katipo* de la Nouvelle-Zélande appartiendrait aussi au genre Lathrodecte *(Lathrodectus scelio)*. Cette Araignée ne se rencontre généralement que sur les bords de la mer. Dans le pays, indigènes, colons, hommes de science, la regardent comme fort venimeuse.

Quand un indigène a été mordu dans sa case par un *Katipo*, et que la bête ne peut être trouvée, plutôt que de la laisser échapper, la case, avec tout ce qu'elle renferme, sera livrée aux flammes; pour les Maoris, la guérison du blessé en dépend.

La grande frayeur qu'ont les indigènes de cette Araignée *Katipo* peut être considérée sans doute comme influant sur quelques-uns des phénomènes morbides qui accompagnent la morsure de l'Arachnide, mais elle ne semble pas toutefois en être l'unique cause. En effet, des médecins néo-zélandais rapportent plusieurs cas dans lesquels la morsure du *Lathrodectus scelio* aurait été suivie, tant chez les Maoris que chez les Blancs, d'accidents plus ou moins graves, à durée variant de quelques heures à plusieurs mois.

Vives douleurs dans tout le corps, sueur profuse, froid et frisson, pouls lent et petit, faiblesse, tels sont quelques-uns des symptômes observés.

Le traitement consiste en cautérisations de la piqûre avec l'ammoniaque et stimulants à l'intérieur.

Sur six cas traités par le Dr Hearn, qui lui-même s'est vu mordre par l'Arachnide, un s'est terminé fatalement : enfant de trois mois mort six heures après la morsure. De vives douleurs lombaires et une excessive transpiration sont les principaux symptômes qu'il a observés chez les sujets mordus.

(1) Actes de la Société scientifique du Chili. *El* Latrodectus formidabilis *de Chile*, par Federico Puga Borne. Santiago, 1892-1893.

M. C. Frost aurait expérimenté le venin du *Lathrodectus scelio* sur un Chien et deux Rats. Les effets de la morsure de l'Arachnide sur le Chien ne se seraient manifestés que par des hurlements de cet animal. L'un des Rats est mort ; l'autre a survécu, non toutefois sans présenter des indices d'intoxication (1).

A Madagascar, les indigènes désignent sous les noms de *Foka*, *Farabola*, *Amboabe*, *Tara-biby*, *Halaboka*, *Matahora*, *Hala-Menavody*, diverses Aranéides qui passent pour plus ou moins dangereuses. Je ne m'étendrai ici, pour le moment, que sur la dernière, l'*Hala-Menavody*, appelée aussi sur certains points de la grande île africaine *Vankoy* ou *Voan-Foy*.

Le Dr A. Vinson a déterminé scientifiquement le *Menavody*, et l'a nommé, de son nom indigène, *Lathrodectus Menavodi*.

« Parmi les Aranéides des îles de la Réunion et Maurice, a écrit le savant docteur, aucune n'a jusqu'à ce jour produit d'accident appréciable. Je n'ai jamais constaté les effets de la morsure de notre grosse Épeire elle-même, dont les mandibules sont si fortes et les crochets si aigus. » Toutefois, il ajoute peu après : « Disséquant un jour une Araignée ordinaire, je me touchai la partie latérale du cou avec le doigt humecté sans doute du liquide venimeux : j'éprouvai presque en même temps une brûlure ; une rougeur survint, puis une ampoule qui creva et me laissa la partie au vif ; mais là se borna cet incident.—Il n'en est pas de même pour quelques Aranéides de la grande île africaine.

» On sait, d'après de Flacourt et tous ceux qui ont écrit sur Madagascar, que c'est dans les Aranéides qu'il faut placer les animaux les plus venimeux de cette île.... Il en est une, noire, petite, à l'abdomen bombé et rond ; sa longueur est de dix millimètres ; elle porte une tache d'un beau rouge de feu à sa partie postérieure, et une bande de

(1) Cfr Transactions of the New Zealand Institute, 1869 ; — Insect Life, 1889 et 1891 ; — Victorian Naturalist, vol. VIII.

même couleur, mais transversale, sur le devant de l'abdomen. Entre ces deux taches rouges, neuf petits points blancs sont disposés symétriquement sur trois lignes formées chacune de trois points.... Un accord unanime sur le danger de la morsure de cette Araignée existe dans tous les lieux que nous avons parcourus, bien que le nom sous lequel on la désigne diffère dans quelques provinces. Étienne de Flacourt, le premier auteur qui en parle, s'exprime ainsi : « Il y a une autre espèce d'insecte que » l'on nomme *Vancoho,* c'est une Araignée qui a un gros » ventre rond et noir, qui est la plus dangereuse bête » qu'il y ait ; car quand elle a piqué un homme, il tombe » aussitôt en syncope, et est pire que le Scorpion. Il y a » eu de nos Nègres qui en ont été piqués, qui ont été deux » jours en pamoison, froids comme glace (1) ». Les indigènes, pour combattre ces phénomènes qui, suivant eux, produisent la mort, prescrivent des infusions de plantes du pays et exposent le malade à un très grand feu. Cette médication, toute diaphorétique, ferait penser que le poison serait éliminé par les sueurs, en même temps que la réaction se produirait. A Tananarive, on assure que l'on peut conjurer tous ces accidents en faisant immédiatement une incision sur la piqûre et en cautérisant avec un fer rouge. Je pense qu'avec l'ammoniaque, comme pour la morsure de la vipère, on parviendrait au même résultat... Je suis le premier qui assigne sa véritable classification à cette Aranéide, qu'*à priori* et sans examen, d'après le récit des voyageurs, on avait cru être une *Lycose tarentulienne.* Une simple inspection de l'Aranéide, le jour où je l'ai eue sous les yeux, m'a fixé sur sa nature, et j'avoue que je n'ai pas été peu surpris en la voyant appartenir au genre *Latrodectus.* En retrouvant l'habitat d'une espèce de ce genre aussi redoutée à Madagascar, je me suis souvenu de ce qu'écrivait Walckenaer, au commencement de son

(1) Étienne de Flacourt, *Hist. de la grande île de Madagascar,* p. 156.

ouvrage sur la géographie des Aranéides : « Le genre « Latrodecte, dit-il, qui se distingue par ses couleurs « noires avec ses taches couleur de sang, et par les effets « désastreux de sa morsure, se trouve en Europe, en « Afrique et en Amérique, et dans toutes ces contrées il « est également redouté (1) »..... Cette Aranéide se trouve dans toute l'étendue de l'île de Madagascar, où on la désigne sous le nom de *Vancoho* dans la partie sud, et *Menavody*, qui veut dire cul-rouge, dans l'est et à l'intérieur, chez les Hovas.... Je n'ai pas eu l'occasion d'observer les effets redoutables qu'on attribue à la morsure de ce Latrodecte (2) ».

Plus tard, dans son *Voyage à Madagascar au couronnement de Radama II* (Paris, 1865, page 185), le même auteur écrivait : « Après les expériences contraires faites en Europe sur le venin des Araignées et leur innocuité, j'hésite à accorder à la morsure du *Menavody* toute la puissance maligne qu'on lui attribue généralement à Madagascar. »

Arrivé depuis peu de temps dans la grande île africaine, et ne connaissant le *Menavody* que par ce qu'en dit le Dr Vinson, je désirais beaucoup rencontrer la terrible Araignée et l'observer tout à mon aise. L'occasion ne tarda pas à se présenter. Me trouvant à Tamatave, ville du littoral est, en février, mois de la saison chaude à Madagascar, un de mes petits chasseurs d'insectes, jeune élève créole de notre collège, m'apporta l'Arachnide qu'il avait trouvé, me dit-il, sous une barrique, non loin de la mer. L'enfant, qui ne se doutait nullement des effets meurtriers attribués à la morsure de la bête, l'avait prise tout simplement dans sa main. Il n'en éprouva aucun mal.

(1) Walckenaer, *Histoire des Insectes aptères*, t. I, p. 166: « Des lieux et des climats les plus favorables à la propagation des Aranéides, et considérations géographiques et topographiques auxquelles ces insectes donnent lieu. »

(2) A. Vinson, *Aranéides des îles de La Réunion, Maurice et Madagascar*, Paris, 1863, pp. XLIV à XLVIII, et 120 à 124.

Plus tard, en avril, le même enfant m'apportait encore deux *Menavody*. — En cage d'observation, l'une des Araignées pondait ses œufs en une petite masse sphérique protégée par une coque sphéroïdale d'un blanc légèrement jaunâtre, d'environ dix millimètres de diamètre, suspendue à une toile légère de fils blanchâtres. L'Arachnide au repos se tient au-dessous de la toile et du cocon.

Je commençai par livrer au *Menavody* divers insectes de taille à peu près semblable à la sienne. L'Araignée les tua assez promptement. J'en vins à plus forte proie. Un gros Coléoptère de taille environ trois fois plus forte que celle de l'Arachnide est attaqué, non toutefois sans quelque hésitation ou circonspection, ce semble. L'insecte se défend vigoureusement. Le *Menavody* déploie alors toute son adresse, use de toutes ses armes. L'Araignée « fait feu » de toutes ses filières, émet contre son puissant adversaire un liquide blanchâtre et visqueux, le perce du dard empoisonné des crochets de ses pinces ou chélicères. Le Coléoptère se débat. L'Arachnide triomphe enfin, mais non sans une longue lutte, la mort du Coléoptère ne survenant qu'après un temps assez considérable.

Tout en me livrant à ces expériences, je m'informais et m'enquérais auprès des habitants de l'île. Un colon des plus anciens et des plus expérimentés, M. Marchal de Fort Dauphin, m'assurait que le venin du *Menavody* produit des désordres plus ou moins graves dans l'organisme, mais qu'il n'avait jamais eu connaissance de terminaison fatale chez l'homme. D'autre part, un Malgache des plus intelligents et des plus instruits m'assurait que, d'après ce qu'il avait pu voir des conséquences de la piqûre du *Menavody*, les effets produits sur l'homme lui paraissaient à peu près les mêmes que ceux amenés par la piqûre du Scolopendre ou Cent-pieds.

Mais voici que sur ces entrefaites j'apprends que ce n'est plus la morsure ou piqûre du *Menavody* qui est à craindre. Les Malgaches prendraient ou toucheraient l'Araignée

sans nulle crainte. Tout comme s'ils avaient connaissance du vieil adage de Celse, au sujet des venins — " *non gustu, sed vulnere nocent* ", — il en est même qui, après avoir pris le *Menavody*, le placeraient dans le creux de leur main et l'avaleraient ! Ce qui serait à redouter, c'est le contact du corps ou de l'un des membres à nu avec l'Araignée écrasée. Aussi lorsqu'un Malgache rencontre le *Menavody*, il se garde bien de le tuer en l'écrasant : il fait un trou en terre, et y enfouit la bête.

Des détails sur deux cas où le venin du *Menavody* aurait ainsi causé les accidents les plus graves chez deux colons de la côte m'étaient transmis par l'un de mes confrères, le R. P. Chenay, missionnaire des postes du littoral (1).

Le premier de ces cas est celui d'un créole de Maurice. En se chaussant, cet homme sentit au pied une violente démangeaison. Il ôte sa chaussure et s'aperçoit qu'il a écrasé un *Menavody*. Deux minutes après sa jambe était comme paralysée ; puis cette espèce de paralysie gagna le reste du corps. Il perdit connaissance. Après une demi-heure environ de syncope, le malade revint à lui. Il ressentit alors de très vives douleurs dans tout le corps et fut en proie à une grande surexcitation. Se trouvant à la campagne, entouré seulement de Malgaches, ceux-ci se mirent à lui administrer divers remèdes où, selon leur coutume, la superstition avait une large part. Ainsi, après avoir immolé un Bœuf zébu (2) pour en faire un *Tsikafara* (vœu), ils trempèrent la queue de la victime dans son sang et, avec ce goupillon d'un nouveau genre, en aspergèrent la figure et tout le corps du malade qui, bien entendu, n'en ressentit aucun soulagement. Cependant un indigène qui, sur ces entrefaites, vint à passer chez notre colon, lui

(1) Il est à noter que les colons ou traitants du littoral de Madagascar, surtout après un séjour prolongé sur ces rivages malsains et fiévreux, ont généralement le sang plus ou moins vicié ou appauvri.

(2) *Bos indicus.*

promit de le guérir s'il voulait se fier à lui et se soumettre à ses prescriptions. La proposition acceptée, le Malgache alla cueillir des feuilles d'un arbre nommé par les indigènes *Haronga* (1), et enleva quelques morceaux d'écorce à ce même arbre. Après avoir fait bouillir dans l'eau feuilles et écorces, il ajouta à cette décoction quelques raclures des jeunes branches du végétal, puis en fit boire quelques tasses au malade qui fut immédiatement soulagé par cette tisane. L'empirique administra ensuite un bain de vapeur d'eau dans laquelle il avait encore fait bouillir des feuilles d'*Haronga;* puis il fit des lotions sur tout le corps du malade avec cette même décoction tiède. Enfin il lui prescrivit de rester continuellement près d'un grand feu afin d'entretenir la transpiration. Des incisions avec un rasoir furent faites par l'indigène à la partie du pied qui avait été en contact avec l'Araignée écrasée, et il en avait sucé le sang. Les tisanes, bains de vapeurs et lotions, plusieurs fois par jour, furent continués durant environ une demi-semaine (2). Après ce laps de temps, le malade était hors de danger, mais encore très faible. Deux de ses dents étaient tombées, ainsi que ses cheveux et les poils de sa barbe et de ses sourcils. Une médication dépurative rétablit complètement le colon, à qui il n'est resté qu'un engourdissement du doigt de pied qui avait écrasé le *Menavody*.

Le second cas est celui d'un Européen qui ayant, lui aussi, écrasé une Araignée *Menavody*, a souffert plusieurs mois de tumeurs et d'abcès fort douloureux. Ces tumeurs et abcès, il ne serait pas rare de les voir survenir aux énormes Bœufs zébus eux-mêmes, sous l'action du venin de la petite Araignée.

Je résolus donc de prendre une autre voie pour tâcher

(1) *Haronga madagascariensis*, Choisy. Ce végétal est fort commun à Madagascar, où il fait partie de la *materia medica* indigène.

(2) Au dire de l'empirique malgache, ce même traitement est efficace contre la piqûre du Scorpion et autres bêtes venimeuses.

de parvenir à savoir si le venin du *Menavody* est aussi dangereux qu'on le prétend. Il me sembla que l'un des meilleurs moyens était d'instituer des expériences d'inoculations sur divers animaux. Mais habitant la région de Tananarive, région des hauteurs centrales et tempérées de la grande île africaine, le lieu ne paraissait pas propice, la chaleur du climat étant donnée comme un des facteurs de la nocuité du venin de l'Araignée. Je priai dès lors deux jeunes naturalistes de Tamatave, MM. Édouard et Benoni Perrot, en qui j'ai toujours trouvé un précieux et amical concours dans mes recherches en histoire naturelle, de vouloir bien me venir en aide. Dans la région chaude du littoral, ils ont pratiqué, suivant mes instructions, des inoculations du venin de l'Araignée *Menavody* sur divers animaux, Poulet, Chat, jeune Chien. Ces inoculations ont été négatives : loin d'avoir amené des conséquences fatales, elles n'ont pas même paru aux opérateurs avoir affecté manifestement les dits animaux.

D'ailleurs, des inoculations semblables ont été pratiquées déjà depuis bien longtemps sur l'homme lui-même, par les *Mpisikidy* (devins ou empiriques) de Madagascar. En recherchant dans les traditions malgaches (1) ce qui pouvait avoir trait au *Menavody*, j'y ai trouvé le remède tant préventif que curatif employé par les dits *Mpisikidy* contre le venin de cette Araignée. Le *Mpisikidy*, y est-il dit, connaît bien les blessures faites par les animaux qui eux-mêmes le connaissent. Le remède varie selon la bête. Est-on lésé par une Araignée *Menavody*, le *Mpisikidy*, avec un instrument tranchant, de fer ou de verre, vous inocule de la substance même de l'Araignée mêlée à quelque suc végétal.

(1) Ces traditions ont été recueillies par le R. P. Callet, S. J., qui les a publiées en langue malgache dans un ouvrage en trois volumes, *Tantara ny Andriana eto Madagascar*, tiré à fort peu d'exemplaires, aux ateliers de l'imprimerie de la mission catholique à Tananarive, et devenu maintenant fort rare.

Ce même traitement par inoculation, l'empirique malgache l'emploie contre la morsure ou piqûre d'une autre Araignée considérée comme dangereuse par les indigènes de la grande île africaine, et qu'ils nomment, en Imérina du moins, *Tara-biby,* espèce de Lycose, si je ne me trompe (1).

Contre les piqûres de Scorpions, Scolopendres, Hyménoptères, le *Mpisikidy* emploie encore un remède analogue. La bête brûlée, il en applique la cendre sur la blessure. Dans les cas de morsure par Chien enragé, après avoir tué l'animal, une de ses dents est arrachée, puis pilée et réduite en poudre. C'est de cette poudre qu'applique l'empirique malgache ! Nos *Mpisikidy* de la grande île africaine de Madagascar ne pourraient-ils pas être comptés parmi les précurseurs des savants promoteurs et propagateurs des nouvelles méthodes de thérapeutique en Europe ?

Une conclusion rigoureuse ne saurait sans doute se déduire des prémisses posées. Néanmoins je ne crois pas être tout à fait illogique en formulant l'opinion suivante : L'Araignée possède un venin sécrété par des glandes spécialement développées chez certaines espèces comme celles du genre *Lathrodectus ;* mais ce venin, mortel pour les insectes dont la bête a coutume de faire sa proie et pour certains autres animaux, ne semble produire des conséquences fatales chez l'homme que dans des circonstances particulières, telles que : sensibilité ou délicatesse de la partie du corps lésée ; état de santé ou idiosyncrasie

(1) Tout récemment, le R. P. Campenon, missionnaire dans le nord de l'Imérina, m'écrivait : « Connaissez-vous l'araignée appelée ici *Tara-biby?* Eh bien, elle en fait de belles ! Elle a failli me faire perdre mon pauvre chien. Il a été piqué au-dessous de la première mamelle droite ; et après moins d'un jour il avait au ventre une grosseur dure comme du bois, et du volume des deux poings au moins. Un de mes Malgaches me dit que le venin de cette Araignée est dangereux même pour les bœufs, chez qui il provoque une énorme tumeur dure autour de laquelle les chairs se décomposent. Pour les traiter, on perce en plusieurs endroits la tumeur dont coule un sang noir, et on y verse le suc du *Kotrokotrobato*, plante commune ici. »

du sujet; insalubrité du pays, de la saison ou du climat; défaut, inintelligence ou retard dans les remèdes ou soins à apporter.

Positis ponendis, j'étendrais volontiers à l'Araignée ce qui est dit de la Salamandre : « Les Salamandres ont fait naître d'incroyables légendes : tout homme mordu par un de ces animaux était frappé à mort; on ne pouvait être sauvé qu'en appelant autant de médecins que la Salamandre offrait de taches, etc. Maupertuis fit justice de ces fables en montrant que la morsure des Salamandres est inoffensive, et que des Chiens, des Chats, des Dindons, etc., peuvent manger leur chair sans le moindre danger; mais Laureti établit que l'humeur laiteuse, inoculée à de petits animaux (Lézards, Moineaux), peut déterminer la mort après des convulsions, etc. (1) ». De par ailleurs, il est raconté dans un ancien ouvrage (2) qu'une femme embarrassée de son mari, voulant l'empoisonner, lui fit manger une Salamandre qu'elle mêla dans un ragoût, mais qu'il n'en souffrit en aucune manière. Cependant, ajoutait le naïf et bon vieil auteur, « le plus sûr est de n'en point manger ».

Teny atsipin' ny mpanampanahy ka raisin' ny mpahalala, dit un proverbe malgache. Traduisez : A bon entendeur, salut!

Paul Camboué, S. J.
Missionnaire à Tananarive (Madagascar).

(1) Cfr *Nouveau dictionnaire de médecine et de chirurgie pratiques*, t. XXXIX, art. *Venin*. Paris, 1886.

(2) *Éphémérides d'Allemagne*, décurie première, année seconde, cité par Valmont de Bomare dans son *Dictionnaire raisonné universel d'histoire naturelle*, art. *Salamandre*.

BIBLIOGRAPHIE

I

Traité de Géologie, par A. de Lapparent. Troisième édition, entièrement refondue. Deuxième partie, fascicules III, IV et V ; pp. 961-1666. — Paris, 1893.

La troisième édition du *Traité de Géologie* de M. de Lapparent est achevée et publiée. Nous avons parlé *(Revue des quest. scient.*, janv. 1893) des modifications et compléments que l'auteur avait introduits dans la partie de l'ouvrage qui avait vu le jour quand nous avons pris la plume. La suite et la fin de ce grand travail (750 pages environ), dont nous allons entretenir le lecteur, a paru en août dernier. Elle comprend la description des terrains secondaires, tertiaires et pleistocènes, un livre traitant des formations d'origine interne, et un livre consacré à l'orogénie et aux théories géogéniques. Pour l'ensemble, c'est la même marche que dans les éditions précédentes. L'ouvrage est terminé par un index alphabétique des plus complets, lequel comprend 5150 désignations et 14 700 renvois en chiffres.

Comme on devait s'y attendre, M. de Lapparent a revisé la suite et la fin de son traité dans le même esprit que le commencement. Il s'y montre de plus en plus indépendant de l'école célèbre où il reçut autrefois son premier enseignement géologique. En présence de l'accumulation des faits nouveaux et du progrès incessant de la science, il modifie, parfois profondément, ses vues antérieures, car il n'est en quête que de la

vérité. Aussi cette troisième édition, comparée aux précédentes, me paraît exprimer parfaitement le mouvement d'idées qui s'est opéré depuis quelques années dans les doctrines géologiques.

Nous n'entrerons pas ici dans le détail des modifications apportées par l'auteur à la description qu'il avait faite antérieurement des systèmes et des étages stratigraphiques à partir du trias. Remarquons seulement que l'examen des terrains fossilifères gagnant d'année en année en étendue et précision, on apprécie mieux l'importance relative des données d'observation et l'on peut asseoir les subdivisions de l'échelle stratigraphique sur des bases plus rationnelles qu'autrefois. C'est ainsi qu'en théorie on convient depuis longtemps qu'il appartient à l'évolution des êtres organiques de régler la chronologie des formations sédimentaires. Mais les progrès de l'observation apprennent à distinguer les organismes à grande diffusion pélagique, tels que les ammonites, dont l'importance stratigraphique est presque générale, des êtres côtiers d'une portée nécessairement locale, épisodique, et dont l'emploi est restreint. Les divisions et la nomenclature adoptées par M. de Lapparent dans cette dernière édition, et souvent la marche suivie dans la description sont inspirées par des considérations de cet ordre. Il a conservé son étude antérieure si précise du trias à demi continental de l'Allemagne et de la Lorraine, mais c'est au trias pélagien des Alpes qu'il emprunte ses grandes divisions : le Werfénien, le Virglorien et le Tyrolien. Il fait remonter d'ailleurs les calcaires supérieurs de Dachstein au niveau des couches à *Avicula contorta* dans l'étage Rhétien, et persiste, comme l'Ecole française, à placer ce dernier étage à la base du système jurassique, en opposition peut-être avec les principes que nous rappelions tout à l'heure, pour une raison fort sérieuse : c'est qu'à partir de l'horizon des *Avicula contorta* le régime plus ou moins lagunaire et continental qui prévalait depuis très longtemps dans l'Europe occidentale, y fait place à un régime franchement marin, comme dans les Alpes elles-mêmes.

M. de Lapparent renonce à un système liasique distinct d'un système oolithique, ainsi qu'il avait fait dans les éditions précédentes. Il enferme le tout dans un grand système jurassique partagé en trois séries, à savoir : une série inférieure ou liasique dans laquelle dominent des sédiments détritiques de couleur foncée ; une série moyenne ou médio-jurassique où interviennent déjà largement des calcaires de couleur claire ; et une série supra-jurassique où règnent des assises de calcaire blanc.

Il en revient donc à la division célèbre du Jura noir, du Jura brun et du Jura blanc, proposée autrefois par L. de Buch. Par ce changement, à notre avis très justifié, l'auteur se rapproche des idées le plus généralement acceptées. La triple division des complexes jurassiques formulée pour la première fois en Allemagne se maintient encore après qu'on a épié avec tant de soin et de persévérance dans cette vaste contrée les zones caractérisées par certains types d'ammonites. (Conf. *Lehrbuch der geologischen Formationskunde*, par E. Kayser.) Dans sa description des contrées jurassiques, M. de Lapparent s'attache plus étroitement à l'évolution des organismes et notamment aux zones ammonitifères qu'il n'avait fait dans les éditions précédentes. On remarquera aussi que ses tableaux synchroniques d'assises sont beaucoup plus complets.

Aux deux systèmes infra-crétacé et crétacé des deux premières éditions du *Traité de géologie,* M. de Lapparent substitue un système crétacique unique. Là encore il insiste beaucoup plus qu'auparavant sur les particularités du développement des faunes et des flores et leurs conséquences pour la taxonomie stratigraphique. Il remanie à chaque instant ses descriptions régionales, à la suite des recherches de MM. Kilian, Bertrand, Peron, Choffat, de Grossouvre, etc., en même temps qu'il les enrichit des notions récemment acquises sur l'Espagne, l'Italie, la presqu'île des Balkans, la Russie, le Groënland et les deux Amériques. L'étage *Urgonien* de d'Orbigny qui n'est qu'un faciès corallien est supprimé du tableau et remplacé par le *Barrêmien.* La subdivision de l'étage cénomanien en rotomagien et carentonien est abolie comme reposant sur la confusion des faciès avec des horizons distincts. Par contre, l'ancien sénonien est partagé en deux étages, à savoir : l'inférieur ou *Emschérien,* d'Emscher en Westphalie (sous-étages, coniacien et santonien) et le supérieur ou *Aturien,* de l'Adour, avec les sous-étages campanien et maestrichtien. M. de Lapparent fait donc du maestrichtien la subdivision supérieure de l'étage aturien et le sépare ainsi de l'étage danien qui ne corrrespond plus qu'au calcaire pisolitique, au garumnien de Leymerie, à la craie de Faxö et aux couches à *Nautilus danicus* et dépourvues d'ammonites. Signalons en passant, que d'après cette classification nouvelle les tuffeaux supérieurs de Ciply et le calcaire de Mons rangés dans le tertiaire paléocène par le conseil de la carte géologique de Belgique resteraient dans l'ère secondaire.

A propos des remaniements introduits dans la description

des terrains tertiaires, contentons-nous d'observer : 1° la multiplicité des étages : ainsi les six sous-étages éocènes de l'édition antérieure sont devenus des étages. En second lieu, l'étage inférieur miocène dit langhien, sur le rang stratigraphique duquel on s'était complètement abusé, est remplacé par le *Burdigalien*. En troisième lieu, la division dite messinienne de Karl Mayer, et dont M. de Lapparent formait la base du pliocène, est replacée au sommet du miocène où elle comporte les étages très justement dénommés *Sarmatien* et *Pontien,* étant donnée l'amplitude des phénomènes physiques que rappellent les régions d'Orient. Il suit de là que le pliocène reste borné aux trois étages, plaisantien, astien et *sicilien,* ce dernier terme remplaçant avantageusement l'arnusien.

Comme on le voit par ces quelques exemples, l'échelle stratigraphique aussi bien que la nomenclature ont subi des retouches nombreuses dans le grand travail de M. de Lapparent. A ce sujet, nous tenons de bonne source et nous informons nos lecteurs que le service de la carte de France a chargé MM. de Lapparent et Munier-Chalmas du soin de fixer l'échelle des termes à employer pour les cartes géologiques d'ensemble revêtues d'un caractère officiel. La classification et les désignations adoptées dans la troisième édition du *Traité de géologie* sont donc le résultat de l'accord de M. de Lapparent avec M. Munier-Chalmas quant aux formations de sédiments, et aussi avec M. Michel Levy en ce qui regarde les roches éruptives. C'est le cadre qui prévaudra désormais en France dans l'enseignement supérieur, comme pour la rédaction des cartes géologiques émanées du gouvernement.

M. de Lapparent a refondu en grande partie son exposition des terrains pleistocènes ou quaternaires. C'est ainsi que pour justifier la distinction de l'époque pleistocène et des temps géologiquement contemporains, l'auteur n'insiste plus seulement sur des modifications météorologiques et quelques changements légers chez les mammifères, mais également sur des événements géographiques considérables, à peu de chose près inaperçus des géologues jusqu'à ces dernières années, qui ont achevé de s'accomplir vers l'origine des temps préhistoriques, et qui sont destinés à éclairer peut-être un jour deux grands problèmes, la climatologie de la phase glaciaire et le déluge de Moïse. En effet, dans ses chapitres concernant les ères secondaire et tertiaire, l'auteur accepte les conclusions si curieuses formulées d'abord par des géologues et des paléontologistes allemands, notamment par

MM. Suess et Neumayr, touchant l'existence autrefois de vastes terres continentales réunissant, d'une part, le Dekkan de l'Inde avec l'Australie et l'Afrique du sud, et comblant ainsi l'océan Indien, et, d'autre part, comblant les bassins sud et nord de l'Atlantique au delà de chacun des tropiques. C'est à l'étude paléontologique comparée des formations du même âge qu'on doit de pouvoir exprimer, sans trop de témérité, ces conséquences étonnantes. Il s'en présente d'analogues avec une échelle plus restreinte, dans l'histoire de la Méditerranée. Le passage de l'état géographique ancien à l'état géographique actuel a réclamé des périodes entières ; mais l'effondrement définitif des restes du continent atlantique, la création de la fosse de l'Adriatique et de la mer Égée, les communications de la Méditerranée avec la mer Noire et avec l'Océan, sont des événements tardifs appartenant à la phase pleistocène, et, comme le dit M. de Lapparent, ils doivent entrer en ligne de compte pour expliquer l'activité extraordinaire que manifestèrent alors les précipitations atmosphériques.

M. de Lapparent revient avec détails sur le terrain erratique du nord et sur l'ordre des phénomènes tel qu'il ressort des dernières recherches dues aux savants allemands, scandinaves et russes. A leur exemple, il admet comme un résultat définitivement acquis l'existence, dans l'Europe continentale aussi bien qu'aux Iles Britanniques, de deux périodes glaciaires correspondant à deux assises d'argiles à blocaux *(Boulder clay)*, lesquelles sont séparées par un manteau plus ou moins épais d'alluvions sableuses et de limon avec ossements de grands mammifères et qui répondent à une phase interglaciaire d'une durée assez longue. Ces deux avances des grandes nappes de glaces, suivies chacune d'un recul très considérable, se retrouvent avec la même netteté dans les Alpes orientales et centrales où elles sont accusées par la distinction constatée des moraines dites *externes* et *internes*, par les niveaux très différents des terrasses des vallées alpines et par l'existence de dépôts de lignite dont la position intermédiaire accuse la reprise momentanée de la végétation jusqu'au cœur des grandes montagnes. On sait que la seconde phase glaciaire ne se reconnaît plus dans les Alpes françaises, l'Europe occidentale ayant été soumise alors à un régime sec et froid. La phase interglaciaire d'ailleurs est du plus grand intérêt en anthropologie, car elle fixe le niveau le plus ancien où s'observent actuellement les silex taillés bien authentiques et les premières preuves de la présence de l'homme.

Passant au phénomène erratique de l'Amérique du Nord, M. de Lapparent résume à propos de la répartition du drift, des anciens lacs de l'Ouest et des glaciers de la Nevada, les travaux consciencieux de MM. Chamberlin, Russell, Gilbert, M'Gee, dont les conclusions concordent entièrement avec celles des géologues de l'ancien continent. Là, le fait capital est encore la superposition de deux immenses dépôts glaciaires entre lesquels interviennent des accumulations alluviales avec restes organiques. L'auteur fait ressortir le grand intérêt des études américaines qui ont reconstitué les niveaux successifs des anciens lacs nommés Bonneville, Agassiz, Lahontan, dont, par suite de la transformation du climat depuis la période glaciaire, il ne subsiste que quelques cuvettes sporadiques. Les relations entre les oscillations de ces lacs et celles des glaciers d'autrefois confirment absolument les conclusions de la science quant au régime pluvial que suppose avant tout l'ancienne extension des glaces dans l'hémisphère septentrional. D'un autre côté, l'examen des dépôts glaciaires du lac Muno a démontré à M. Russell l'antériorité du creusement des vallées à leur remplissage par la glace.

Comme dans les éditions antérieures, M. de Lapparent continue d'attribuer au ruissellement produit par des pluies d'une abondance extraordinaire, l'accumulation des dépôts du loess, du moins dans beaucoup de cas ; en même temps il conteste l'application trop large donnée à l'action du vent et il rejette, à tort selon nous, l'explication tirée de la boue glaciaire; car celle ci paraît être la vraie pour certains dépôts étendus. L'étude si minutieuse faite par Chamberlin, Salisbury, Shimck, Webster, etc., des grands limons du Wisconsin et du Iowa les a conduits à reconnaître un rapport minéralogique si intime de ces dépôts avec les variétés du drift dans les mêmes régions, qu'il faut accepter ce dernier comme point de départ des autres (1). Tout en l'attribuant au ruissellement, l'auteur regarde le loess du nord de la France comme étant de date postérieure à l'*Elephas primigenius,* et il donne, à cette occasion, la série des termes reconnus dans le terrain pleistocène par le consciencieux M. Ladrière, série qui, malgré l'invraisemblance, a été reconnue exacte par une foule de géologues depuis le Hainaut belge jusqu'à Paris.

M. de Lapparent s'en rapporte encore aux changements intervenus dans la distribution des terres et des mers comme à

(1) *U. S. Geological Survey,* XI *Ann. Rep.,* pp. 295-302.

la cause la plus probable des phénomènes météorologiques de la période pluvio-glaciaire. La probabilité de ce mode d'explication s'accroît depuis que l'on se rend un compte plus exact de la date récente qu'il faut assigner à l'effondrement du continent atlantique. Au contraire, des objections nouvelles ont surgi contre la doctrine des causes astronomiques et l'époque qu'elle prétend assigner à la dernière invasion des glaces, qui aurait coïncidé avec la date extrêmement reculée de la grande excentricité de l'écliptique. L'étude très curieuse des transformations subies par la topographie de la région des grands lacs durant l'époque moderne et celle de la rétrogradation des chutes du Niagara, de Saint-Antoine et autres, font admettre à MM. Winchell, Andrews, Gilbert, que le retrait des grands glaciers de l'Amérique ne peut être reporté au delà de 7 à 10 mille ans en arrière de notre temps. C'est une objection des plus graves apportée à la théorie de M. Croll.

Nous ne nous arrêterons pas longtemps au livre troisième traitant des formations d'origine interne ou éruptives, auxquelles sont réunis les gîtes minéraux et métallifères. Là comme ailleurs l'auteur a remanié ou complété son ancien texte en s'aidant des études lithologiques et stratigraphiques poussées avec tant d'activité de notre temps dans cette direction. Mais il convient d'observer que, conséquent avec les principes adoptés dans la description générale des roches, M. de Lapparent parcourt la suite des principales éruptions des périodes primaire, secondaire et tertiaire comme autant d'expressions d'un phénomène général qui n'a pas varié dans ses traits essentiels. La distinction des phénomènes plutoniens et volcaniques est abolie. Il reconnaît, avec l'école de Murchison, les résultats d'une force projective à rapprocher de celle que manifestent les volcans actuels, dans les amas de cendres andésitiques mélangés à des débris de schistes *(feldspathic ashes)* qui sont insérés au milieu des assises cambriennes et siluriennes fossilifères du Pays de Galles. D'autre part, il ne répugne pas à M. de Lapparent de reconnaître avec M. A. Geikie des syénites, des granulites, voire même des granites véritables dans les centres volcaniques tertiaires de l'Ecosse et des Hébrides, la dénudation ayant mis à découvert des produits éruptifs consolidés à une grande profondeur. La structure adoptée par le magma dépend donc avant tout de la distance où il se consolide à partir de la surface. Le rôle joué par les dissolvants dont l'auteur tient compte avec toute l'ecole française dépendrait aussi de la position bathymé-

trique. Quant à la succession nécessaire des périodes granitique, granulitique, porphyrique, mélaphyrique que M. de Lapparent avait admise longtemps dans la chronologie des éruptions, il l'abandonne aujourd'hui. Il se borne à reconnaître une différentiation opérée au sein du magma sous-jacent, d'où il résulte que certains types basiques précèdent les types neutres ou acides, lesquels deviennent avec le temps de plus en plus acides, une émission basique abondante mettant fin souvent d'ailleurs à la période éruptive. Le chapitre se termine par des considérations fort intéressantes sur les relations des éruptions tertiaires avec les lignes de dislocation.

Le quatrième livre du *Traité de Géologie* consacre une centaine de pages, sous les rubriques *Orogénie* et *Théories géogéniques,* à l'exposé des principaux faits de plissement et de dislocations constatés dans l'écorce terrestre, et à l'énoncé des théories qu'ils ont inspirées. La comparaison du texte actuel et du texte précédent fait voir qu'ici notamment l'auteur a retravaillé fortement le sujet. Les faits sont décrits avec plus d'ampleur qu'auparavant ; des diagrammes de coupes plus exacts ou plus instructifs ont été introduits à propos des Alpes, des Pyrénées, du Plateau Central, de la vallée du Rhin. On remarquera parmi les données nouvelles ayant en stratigraphie le plus haut degré d'intérêt à la fois théorique et pratique, la description de quelques-uns des cas les plus notables de ces plis renversés et poussés horizontalement suivant des plans de charriage *(lambeaux de poussée),* lesquels ont trompé parfois les géologues les plus experts de la génération précédente, et qui nous apprennent que, dans les mouvements orogéniques, les actions horizontales de refoulement ont acquis un degré d'intensité auquel on était loin de s'attendre. En même temps, des études plus précises ont fait reconnaître le caractère de chaînes plissées dans des massifs montagneux, comme les Pyrénées, où il avait été longtemps méconnu.

En traitant de la localisation des zones de plissement et de leur opposition aux régions stables, de la distribution des unes et des autres sur le globe, comme en résumant l'histoire des phénomènes orogéniques qui ont précédé l'état géographique actuel, notre savant auteur se rapproche de plus en plus de l'école illustrée par MM. Suess et Neumayr, école d'ailleurs qui a trouvé en France des représentants du plus grand talent, en tête desquels se place M. Marcel Bertrand. Pour la première fois dans les écrits de M. de Lapparent, la part qu'il convient d'attri-

buer à l'effondrement de compartiments terrestres de grande étendue dans le modelé terrestre, est largement acceptée. Comme Suess, il admet que la comparaison des rivages du type du Pacifique et du type de l'Atlantique conduit à reconnaître des différences profondes quant au mode d'origine et quant à l'ancienneté de ces océans. Il admet l'origine relativement récente des fosses nord et sud de l'Atlantique, de la mer Tyrrhénienne, de l'Adriatique, de la mer Égée. Mais il maintient en même temps contre les exagérations de Neumayr l'existence d'actions réellement soulevantes qui sont intervenues dans l'édification des chaînes et qui ont porté des couches marines à une hauteur considérable au-dessus de leur niveau d'origine; et il nous paraît difficile de répondre aux objections que soulève ici M. de Lapparent contre l'auteur viennois. On remarquera le chapitre consacré à l'évolution du relief terrestre, résumé excellent des vues dominant actuellement dans la science sur la formation progressive des terres émergées à partir de l'époque huronienne jusqu'aux temps modernes. L'auteur nous paraît être dans le vrai quand, devançant l'état des connaissances, il cherche dans des mouvements orogéniques de l'ère secondaire, soupçonnés plutôt que définis jusqu'à présent, la raison d'être de certaines transgressions marines d'une extension prodigieuse, comme la transgression cénomanienne, par exemple, pour laquelle M. Suess s'en remet à des causes inconnues.

M. de Lapparent persiste à voir dans la contraction par refroidissement du noyau du globe la cause du rétrécissement et des rides de l'écorce. Il répète textuellement dans cette édition, comme dans les deux précédentes, le passage célèbre de la *Notice sur les systèmes des montagnes,* où Élie de Beaumont, en 1852, a exprimé avec beaucoup de bonheur des idées qui ont gardé tout leur à propos. Les géologues savent que ce n'est pas un problème facile à résoudre que celui des rapports précis du refroidissement extérieur du globe avec les plissements et les dérangements qu'il entraîne à sa surface. Cette grave question a occupé surtout les mathématiciens anglais et américains, et nous ne pensons pas qu'elle soit résolue. Quoi qu'il en soit, M. de Lapparent cite sur ce point une analyse récente de MM. Davison et G. Darwin, reposant en partie sur les données théoriques admises par M. W. Thomson, et ensuite de laquelle la contraction n'opère qu'à la partie tout à fait superficielle de l'écorce, mais qu'elle y est suffisante pour justifier les rétrécissements dont on a la preuve. Le taux atteint par ces rétrécis-

sements de l'écorce est d'ailleurs très imparfaitement connu. Les évaluations tentées par M. Heim à propos du massif des Alpes, le mieux étudié de tous, sont susceptibles d'interprétations variées, comme le fait voir M. de Lapparent, qui tient que le noyau du globe terrestre n'a dû diminuer, depuis les âges reculés, que d'une petite fraction, correspondant à la quantité de matières internes qui s'est épanchée à la surface à travers les âges.

Le dernier chapitre de l'ouvrage sur les théories géogéniques n'a subi aucun changement notable. L'auteur, en traitant de la durée des temps géologiques, a simplement ajouté quelques données numériques fournies par la méthode fondée sur la vitesse de formation des sédiments, méthode qui a pris de l'importance depuis qu'on apprécie mieux la dénudation continentale. L'érosion faisant perdre approximativement aujourd'hui 17 kilomètres cubes chaque année à la substance des continents, ils seraient détruits en 4 millions et demi d'années, ce qui produirait le long des rivages des dépôts de deux mille mètres d'épaisseur. Or, dix-sept ou dix-huit périodes semblables suffisent largement à l'édification des 40 à 50 kilomètres de dépôts stratifiés que l'on peut admettre *au maximum* pour toute la série de nos systèmes. Soixante-quinze à quatre-vingt millions d'années auraient donc suffi à l'ensemble des temps géologiques, si l'on s'en rapporte simplement aux phénomènes qui se passent aujourd'hui. C'était le grand principe de Ch. Lyell, qui réclamait pourtant des centaines de millions d'années rien que pour l'érosion du Weald!

C. de la Vallée-Poussin.

II

Du Paludisme, par le Dr Laveran. *(Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire.)* — Petit in-8° de 184 pp. — Paris, Gauthier-Villars et Masson.

Le Dr Laveran s'est acquis une grande notoriété par sa découverte du microbe spécifique du paludisme. Les recherches étendues auxquelles il a dû se livrer pour arriver à sa découverte le mettaient, plus que tout autre, à même de résumer l'état actuel de nos connaissances sur cette intéressante maladie. On sait depuis la plus haute antiquité que les habitants des régions marécageuses sont fréquemment atteints d'une fièvre

dont le caractère principal réside dans l'intermittence des accès. Le terme " paludisme „ se rapporte à l'infection par le miasme paludéen, quels que soient les symptômes par lesquels celui-ci manifeste sa présence dans l'économie.

L'auteur commence par indiquer la répartition du paludisme à la surface du globe ; ces indications géographiques ont un intérêt scientifique et pratique tout à la fois.

Les principaux foyers se trouvent en Italie, en Grèce, sur les rives et à l'embouchure du Danube, enfin en Espagne. En Hollande, l'endémie palustre a beaucoup perdu de son intensité depuis que de grands travaux d'endiguement ont été faits pour protéger les côtes; elle est cependant encore assez répandue en Zélande. En France, le paludisme est endémique sur certains points des bords de la Méditerranée et de l'Océan (plaines de la Camargue, Landes, Charentes, Vendée). Dans l'intérieur du pays, on ne le rencontre plus qu'en Sologne, dans la Brenne, la Bresse, les Dombes, tout en perdant toujours de son étendue. Dans les Iles Britanniques, le desséchement des marais et le drainage du sol ont amené la disparition presque complète des fièvres palustres. La maladie existe encore sur le littoral de la Baltique, aux environs de Stockholm, dans les provinces russes de la Baltique, aux embouchures de l'Elbe et du Wéser. Elle est inconnue dans la Russie septentrionale, dans le nord de la Suède et dans la Norvège, en Islande. En Asie, le paludisme, inconnu dans les régions septentrionales et dans les parties élevées, règne avec intensité dans les régions méridionales (Asie mineure, Perse, Hindoustan, Ceylan, Cambodge, Cochinchine, Tonkin, sud de la Chine).

En Afrique, le paludisme existe surtout à la côte occidentale, depuis la Sénégambie jusqu'au golfe de Guinée. Au sud-est, il possède de redoutables foyers (Madagascar, Zanzibar, embouchure du Zambèze). Depuis 1867, il a apparu aux îles Maurice et de la Réunion. Il sévit dans les parties basses de l'Abyssinie, de la Nubie, de l'Égypte. Il est commun et grave sur le littoral et sur les bords fangeux des rivières de l'Algérie. Il est plus rare au centre de l'Afrique.

En Amérique, son domaine commence au 45e de latitude et augmente en intensité à mesure qu'on descend vers l'équateur. Les foyers principaux sont la Louisiane, le Texas, l'Arkansas, la Floride, la Californie, le Mexique, Panama, le Guatémala, les Antilles. Dans l'Amérique du Sud, on le rencontre surtout dans les Guyanes, au Vénézuéla, en Colombie, en Bolivie, au Brésil et au Pérou.

En Océanie, il est très grave dans les îles de la Malaisie : Java, Sumatra, Bornéo, les Moluques, les Philippines.

Cette géographie médicale montre l'influence de la chaleur dans l'étiologie du paludisme, qui est inconnu dans les pays froids et augmente d'intensité à mesure qu'on descend vers les régions équatoriales. Dans les zones tempérées, il ne règne que pendant les saisons chaudes. Les localités marécageuses favorisent son éclosion, bien que l'existence de marais ne soit pas absolument nécessaire à son développement.

L'influence favorable exercée par l'altitude tient à l'abaissement de la température et à l'écoulement plus facile des eaux. Il faut un sol humide pour le développement du miasme paludéen.

Le paludisme peut être héréditaire. Il attaque toutes les races, mais la race noire présente une résistance beaucoup plus grande que la race caucasique. Les professions le plus souvent atteintes sont celles qui mettent l'homme en rapport avec le sol. C'est une maladie des campagnes, comme la fièvre typhoïde est une maladie des villes. Les causes affaiblissantes prédisposent au paludisme. Une atteinte ne confère aucune immunité, au contraire.

Nous avons dit que c'est le Dr Laveran qui a découvert le parasite cause de l'infection paludéenne. Ce microphyte appartient à la classe des sporozoaires et se présente sous des formes assez variées que l'on peut ramener à quatre types : de petits corps sphériques, qui sont animés de mouvements amiboïdes, renferment ordinairement du pigment et sont tantôt libres dans le sérum du sang, tantôt accolés aux globules rouges du sang, aux dépens desquels ils vivent ; en second lieu des flagella, espèces de filaments très mobiles qui sortent du corps sphérique et finissent par s'en détacher pour vivre d'une vie indépendante ; puis des éléments cylindriques, effilés à leurs extrémités et recourbés en croissant ; enfin des corps segmentés ou en rosace qui semblent représenter, sinon le mode unique, du moins un des principaux modes de reproduction de l'hématozoaire du paludisme.

C'est surtout un peu avant les accès ou au début des accès que l'on retrouve ces parasites dans le sang des malades. L'auteur a reconnu leur présence, quel que fût le pays où la fièvre avait été constatée : en Algérie comme en Tunisie, au Tonkin, en Cochinchine, au Sénégal, à Madagascar. Un grand nombre d'observations ont confirmé absolument la découverte du Dr Laveran.

Il est bien établi que les éléments parasitaires du sang palustre ne sont pas des espèces différentes, malgré la variété de leurs formes, mais des états successifs d'un même parasite polymorphe. On retrouve, du reste, des sporozoaires très analogues, avec le même caractère de polymorphisme, chez plusieurs animaux, notamment chez les oiseaux.

Il est encore difficile de dire comment le parasite pénètre dans l'économie. On admet généralement que l'infection se fait par l'air, de là le nom de malaria *(mal'aria)*; mais des faits nombreux tendent à démontrer que l'infection peut aussi se produire par l'eau potable.

Nous nous sommes étendu assez longuement sur cette question du parasite de la fièvre paludéenne, à cause de l'intérêt qu'elle présente tant au point de vue scientifique qu'au point de vue pratique. Nous serons plus bref sur les autres chapitres de l'ouvrage du Dr Laveran. Au point de vue clinique, l'auteur distingue trois manifestations du paludisme : la fièvre intermittente, qui constitue l'expression la plus commune de l'infection palustre; la fièvre continue, qui est presque inconnue dans les climats tempérés et devient de plus en plus fréquente à mesure qu'on se rapproche de l'équateur : la chaleur extérieure joue un rôle important dans cette transformation du paludisme, probablement en favorisant le développement dans le milieu extérieur et en augmentant l'activité des parasites; enfin la cachexie palustre, qui succède d'ordinaire à une série de rechutes de fièvre intermittente et se manifeste principalement par l'anémie et l'hypersplénie (augmentation de volume de la rate).

L'auteur expose ensuite l'anatomie pathologique du paludisme, spécialement les altérations qui se constatent dans la rate, le foie, les reins, le tube digestif, les centres nerveux. La pathogénie des accidents palustres s'explique pour une grande part par l'altération du sang due aux hématozoaires, et par les troubles circulatoires et l'irritation que la présence de ces parasites détermine dans les tissus et notamment dans les centres nerveux.

Le diagnostic du paludisme est singulièrement facilité par la découverte du parasite de cette infection. Comme le Dr Laveran le dit, on ne saurait trop recommander aux médecins qui sont appelés à exercer en pays palustre, de se familiariser avec l'étude microscopique du sang. Il sera bien souvent possible, grâce à cette recherche des hématozoaires, d'éclairer un diagnostic douteux et de décider s'il y a, par exemple, lieu d'ordonner un changement de milieu à des malades chez lesquels on soupçonne une infection palustre.

Le traitement du paludisme est un de ceux qui sont le mieux connus depuis la plus haute antiquité. Le quinquina est un médicament vraiment spécifique, jouissant d'une efficacité merveilleuse dans le paludisme. Jusqu'ici ce médicament était employé d'une façon purement empirique, on ignorait le mode d'action de ce remède. Or la découverte du Dr Laveran a permis de constater l'action directe de la quinine sur les hématozoaires : en mélangeant une goutte de solution de quinine à une goutte de sang palustre, on s'aperçoit que les hématozoaires prennent rapidement leurs formes cadavériques.

Le Dr Laveran termine son intéressant ouvrage par des conseils éminemment pratiques sur la prophylaxie individuelle et générale du paludisme.

Dr Moeller.

III

Épilepsie, par le Dr Ch. Féré, médecin de Bicêtre. *(Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire.)* — Petit in-8° de 200 pp. — Paris, Gauthier-Villars et Masson.

L'épilepsie est encore toujours un mal mystérieux : mystérieux dans son étiologie, qui est peu connue; mystérieux dans ses manifestations, qui sont précédées de sensations inexplicables; mystérieux dans son essence, car les lésions anatomiques constatées sur le cadavre ne rendent pas bien compte de l'éclosion des attaques épileptiques. Le Dr Féré, comme médecin de Bicêtre, a l'occasion d'observer journellement les épileptiques qui sont dans son service; il a étudié cette affection avec science et perspicacité; ses travaux antérieurs le mettaient bien à même de publier l'excellente petite monographie que nous allons analyser.

D'après l'auteur, l'épilepsie n'est qu'un syndrome pathologique pouvant survenir au cours d'états morbides très divers et affecter des formes plus ou moins variées. Dire qu'il y a une seule épilepsie vraie, essentielle, celle qui survient sans cause appréciable, ne lui semble pas plus admissible que de prétendre qu'il n'y a qu'une seule angine de poitrine vraie, celle qui reconnaît pour cause le rétrécissement des artères coronaires, et de fausses angines, toxiques, hystériques. On ne doit pas perdre de vue que ces désignations, épilepsie, angine, s'adressent seulement

au tableau symptomatique; et tout ce que l'on peut dire, c'est que des causes très variées peuvent produire le même syndrome clinique.

L'accès d'épilepsie est ordinairement précédé de signes précurseurs : les uns, éloignés, qui se manifestent plusieurs jours d'avance, les autres, qui précèdent immédiatement l'attaque et ont reçu le nom d'aura. Ceux-ci sont constitués par des phénomènes moteurs (secousses, tremblements, etc.), sensitifs (engourdissement, chaleur, douleur, etc.), sensoriels (troubles de la vue, de l'ouïe, de l'odorat, du goût), ou psychiques (excitations, impulsions, etc.). Les auras se combinent souvent entre elles: mais généralement elles sont assez uniformément les mêmes chez chaque malade; elles constituent souvent un avertissement significatif pour l'épileptique ou son entourage.

La grande attaque ou accès épileptique proprement dit se compose de trois périodes connues : période *tonique* ou de convulsions tétaniques; période *clonique* ou de convulsions irrégulières; période de *stertor*. Ces périodes ne se présentent pas toujours avec leurs caractères immuables; il y a presque autant de variantes qu'il y a d'épileptiques. Les accès nocturnes passent quelquefois inaperçus des malades. La grande attaque convulsive présente ce caractère constant de ne laisser aucune trace dans le souvenir du sujet.

A côté de ces accès typiques se présentent souvent des formes atténuées; telles sont : l'absence (perte fugace de l'usage des sens); les vertiges, les accès incomplets, le tic de salaam (mouvement de salutation, fréquent chez les enfants); les secousses musculaires constituant des tics véritables, les crises de sommeil, le tremblement et l'épilepsie procursive (les épileptiques marchent, courent, s'enfuient de chez eux sous l'influence d'impulsions irrésistibles).

La durée des accès est généralement courte (deux à trois, rarement huit à dix minutes); c'est un bon caractère distinctif de l'épilepsie. Leur fréquence est extrêmement variable. Leur retour est souvent empêché à l'occasion et par suite de maladies fébriles intercurrentes. Il arrive parfois que les accès sont tellement rapprochés qu'ils se confondent et constituent alors ce qu'on a appelé l'*état de mal,* qui a été bien étudié dans ces dernières années : le sujet ne reprend pas connaissance entre ses accès La mort peut survenir au milieu des convulsions, dans ces cas graves.

Les accès épileptiques laissent après eux un état d'épuisement

en rapport avec l'intensité de la décharge nerveuse. Cet état se traduit par un affaiblissement de la force musculaire, un tremblement des membres, parfois même de véritables paralysies musculaires, le nystagmus, des troubles passagers du langage, des désordres de la sensibilité (anesthésie, troubles de la vue, de l'ouïe), enfin par un dérangement des fonctions de nutrition. Quelques-uns de ces phénomènes durent plus ou moins longtemps; c'est ce qui explique comment la répétition des accès amène à la longue une déchéance de l'organisme tout entier.

L'épilepsie se manifeste quelquefois par des symptômes variés, se présentant sous forme de paroxysme, dans des domaines divers: tels sont les accès d'angine de poitrine, d'asthme, de spasme de la glotte, de faux croup, de migraine, de tic douloureux de la face (névralgie épileptiforme). Il en est de même des paroxysmes psychiques, parmi lesquels on peut ranger les absences dont il a été parlé plus haut, les impulsions bizarres et violentes, les accès de manie aiguë.

On désigne sous le nom d'épilepsie partielle ou épilepsie jacksonienne cette forme dans laquelle les convulsions sont limitées à une moitié du corps ou simplement à un membre, à la face, à un groupe de muscles. Elle s'observe à la suite de la syphilis, des fractures du crâne, d'une lésion cérébrale, de troubles vaso-moteurs, d'urémie ou par origine réflexe. On peut ranger sur la même ligne l'épilepsie partielle tonique et l'épilepsie partielle vibratoire de Charcot, ainsi que l'épilepsie hémiplégique infantile.

La migraine ophtalmique peut être considérée comme un type d'épilepsie partielle sensorielle. Elle se produit sous la forme de véritables accès périodiques, qui commencent par des troubles visuels suivis de douleur céphalique, d'une sensation de vertige et se terminent par des nausées et des vomissements.

L'auteur n'accepte pas l'opinion de Lombroso, qui prétend que, " chez les épileptiques, on rencontre la haute taille, le poids supérieur à la moyenne, l'état de bonne nutrition qu'on remarque si souvent chez les fous moraux et chez les criminels-nés. „ On note souvent des défectuosités physiques, telles que l'infériorité de l'angle facial, l'étroitesse et la déformation du canal vertébral, l'asymétrie crânienne, des déformations du crâne, etc... Ce ne sont pas là cependant des phénomènes constants; leur absence n'exclut pas le diagnostic de l'epilepsie.

Il est rare de rencontrer un épileptique bien pondéré au point de vue moral et intellectuel. Leur caractère est mobile, et c'est la

note dépressive qui domine; de là des idées tristes, des hallucinations, des impulsions. La mémoire est souvent affaiblie, les conceptions lentes. La démence épileptique est une sorte de stupeur qui porte sur la généralité des fonctions nerveuses; elle a ordinairement une marche intermittente. En outre l'idiotie est fréquente; un tiers des idiots sont épileptiques.

Dans l'étiologie, il faut placer en première ligne l'hérédité; elle peut être transformée, similaire, directe ou croisée. L'auteur met en doute l'influence de la consanguinité dans la production de l'épilepsie. Toutes les causes débilitantes (excès, intoxications, infections, mauvaise hygiène) peuvent favoriser la naissance d'enfants épileptiques. De même, chez ceux qui sont prédisposés, ces causes entraînent parfois l'éclosion du mal comitial. La maladie se déclare parfois à la suite de lésions locales (plaies nerveuses, accidents dentaires, irritations du nerf auditif, lésions de l'appareil respiratoire, digestif, tumeurs cérébrales, traumatismes du crâne, des centres nerveux, etc...).

Le diagnostic est souvent difficile, et exige un examen clinique approfondi et une connaissance détaillée de toutes les formes de paroxysmes. L'auteur s'étend longuement sur les signes caractéristiques de cette maladie et sur les moyens de la distinguer d'affections analogues, notamment de l'hystérie. Le pronostic est toujours grave; il est cependant meilleur depuis l'introduction du bromure de potassium. Les guérisons définitives restent rares, mais les améliorations sont fréquentes.

L'anatomie pathologique a révélé un certain nombre de lésions organiques, particulièrement dans le cerveau : indurations, sclérose névroglique; etc.; ce sont surtout les modifications de l'écorce cérébrale qui ont de l'importance. C'est sur elles que repose la physiologie pathologique, telle qu'elle a été imaginée par Jackson. L'écorce grise des circonvolutions cérébrales est directement excitable ; les excitations des mêmes points de l'écorce donnent lieu à des réactions constantes, c'est-à-dire à des spasmes musculaires toujours les mêmes. L'excitabilité de l'écorce est mise en jeu directement, ou par voie réflexe sous l'influence d'une excitation périphérique.

L'aura n'est pas, comme on le croyait autrefois, une cause de l'accès; elle fait partie de l'attaque, dont elle n'est que la phase initiale. La perte de connaissance s'explique par le siège dans les centres cérébraux supérieurs; les secousses musculaires sont dues à des transmissions par voie centrifuge de l'excitation cérébrale. Les phénomènes consécutifs aux accès s'expliquent par l'épuisement de l'écorce cérébrale consécutif à la décharge.

Le traitement de l'épilepsie est double : traiter les attaques, modifier la constitution morbide qui leur donne naissance. La première indication se borne à des moyens hygiéniques propres à prévenir les suites immédiates de l'accès. La seconde des indications se résume en un seul remède, à savoir l'administration des bromures, notamment du bromure de potassium. Ce dernier médicament peut être mis pour l'épilepsie à peu près sur la même ligne que la quinine pour la fièvre intermittente. L'auteur entre dans des détails très pratiques au sujet du *modus faciendi.*

Le résumé que nous venons d'exposer montre suffisamment que l'ouvrage du Dr Féré constitue une monographie très complète, quoique concise, de l'épilepsie. Le praticien y trouve absolument toutes les indications qui lui sont nécessaires pour connaître l'état actuel de la science sur ce sujet et pour savoir traiter les épileptiques comme il convient.

Dr Moeller.

IV

Maladies des pays chauds, IIe partie. *Maladies de l'appareil digestif, des lymphatiques et de la peau*, par de H. Brun. *(Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire.)* — Petit in-8° de 224 pp. — Paris, Gauthier-Villars, G. Masson.

Ce volume constitue la seconde partie de l'ouvrage dont nous avons parlé dans le numéro d'octobre 1893. L'auteur s'était occupé dans le volume précédent des maladies climatériques et infectieuses. Ici il traite des maladies de l'appareil digestif, des lymphatiques et de la peau.

Maladies du tube digestif. — La *dysenterie* est une des maladies les plus meurtrières des pays chauds. Bien qu'elle appartienne a tous les temps et à toutes les contrées, on peut dire qu'elle est incontestablement plus fréquente dans les climats chauds que dans la zone tempérée. On l'observe particulièrement sur le littoral baigné par l'océan Indien, en Egypte, sur la côte occidentale d'Afrique, au Mexique, à Panama, au Pérou, à la Guyane, aux Antilles. Elle est déjà plus rare en Algérie. La chaleur favorise donc son éclosion : endémique sans recrudescence dans les pays où la température est égale pendant toute

l'année, elle a un maximum de fréquence pendant les saisons chaudes dans les pays où il y a hiver et été.

L'abaissement brusque de la température joue un grand rôle chez les individus éprouvés par la chaleur (grandes pluies, passage rapide du jour à la nuit, danger des campements sous la tente, immunité relative du littoral).

La dysenterie se développe de préférence dans les fermes et les hameaux, surtout au voisinage des marais. L'origine tellurique de la maladie ne fait aucun doute. L'usage constant ou fortuit d'eaux de mauvaise qualité peut à lui seul provoquer la dysenterie. Le tube digestif est une des parties d'entrée du genre dysentérique ; il est probable cependant que l'appareil respiratoire peut aussi servir de voie de pénétration. Il est certain que cette maladie peut se transmettre de l'homme malade à l'homme sain; c'est ainsi que se créent ces foyers de dysenterie dans les villes, les casernes, les camps. Le défaut d'hygiène, la fatigue, le surmenage, l'encombrement, les maladies épuisantes favorisent l'action du virus morbide.

L'acclimatement ne donne pas plus d'immunité contre la dysenterie qu'elle n'en donne contre l'impaludisme. C'est par erreur qu'on a voulu confondre ces deux maladies en une seule.

On a recherché le germe pathogène. L'anguillule stercorale signalée par Normand et Gervais, l'amibe du colon décrit par Loesch, ne sont pas les agents infectieux. Peut-être le bacille découvert par Chantemesse et Widal est-il le microbe spécifique; mais cela n'est pas encore établi d'une façon positive.

Les altérations anatomiques siègent surtout dans le gros intestin ; elles sont d'autant plus profondes qu'on se rapproche davantage du rectum. Ce sont surtout des ulcérations très caractéristiques, accompagnées de processus congestifs ou inflammatoires. Il existe encore d'autres lésions dans d'autres organes (péritoine, foie, rate, reins, etc.).

Au point de vue symptomatologique, l'auteur distingue la dysenterie aiguë et la dysenterie chronique. La première peut revêtir plusieurs formes : bénigne (catarrhale, bilieuse, rhumatismale, inflammatoire) ou grave (gangreneuse, algide, cholérique, typhoïde, hémorrhagique). Le seconde comporte d'assez nombreuses variétés (typhlite, rectite dysentériques) ; une des variétés les plus importantes et les plus caractéristiques est la diarrhée de Cochinchine ou des pays chauds. Quelle que soit la forme, le principal symptôme de la diarrhée est fourni par les déjections, qui se présentent avec des caractères propres au point de vue

de la fréquence, de l'aspect, des qualités physiques, etc. Cette maladie peut souvent être compliquée. Le pronostic, toujours sérieux, varie suivant les formes. Le diagnostic est généralement facile.

Le traitement *prophylactique* consiste surtout à ne se servir que de bonne eau potable et à éviter tout ce qui peut favoriser l'action du virus pathogène.

Le traitement *curatif :* d'après l'expérience de l'auteur, le plus efficace est l'emploi des purgatifs dialytiques dès le début de la maladie (20 à 30 gr. de sulfate de soude). L'ipeca, dont la réputation est très ancienne, convient également si les purgatifs ont échoué. Le nitrate d'argent *per clysma* rend parfois de bons services. Les antiseptiques proprement dits n'ont jusqu'ici donné aucun résultat sérieux. Voilà pour la dysenterie aiguë. Quant à la dysenterie chronique, elle résiste généralement à tous les traitements. Dans tous les cas, le régime doit être très sévère. Enfin le changement de climat est souvent un remède souverain.

La plupart des *parasites de l'intestin* observés dans les pays chauds se rencontrent plus ou moins fréquemment dans nos climats. Tels sont, parmi les nématodes, l'ankylostome duodénal, très répandu en Égypte, qui se retrouve également en Amérique (Brésil, Antilles), dans le nord de l'Italie et même en Islande. Il s'observe surtout chez ceux qui boivent des eaux stagnantes et boueuses, donc plus dans les campagnes que dans les villes. Il produit une anémie générale, dont la nature se reconnaît par la recherche des œufs d'ankylostome dans les déjections des malades. Il y a ensuite les trichocéphales, très fréquents en Égypte, les oxyures répandus surtout dans la Malaisie, les ascarides plus fréquents dans les pays chauds que chez nous; enfin diverses espèces d'anguillules stercorales. Parmi les trématodes, on rencontre le *Distoma haematobium;* enfin parmi les cestoïdes, les ténias sont plus fréquents dans les pays chauds (Abyssinie, Sénégal, Syrie) que dans les climats tempérés.

Maladies du foie. — La *congestion du foie* se produit facilement dans les climats chauds, grâce à des causes diverses, constipation, sudations excessives, lenteur des digestions, paludisme, etc. Elle peut être aiguë ou chronique et cède ordinairement à des remèdes appropriés.

Bien que les *abcès du foie* ne soient pas très rares dans le sud de l'Europe, ils sont surtout fréquents dans les zones tropicales, où leur distribution géographique répond assez exactement à

celle de la dysenterie. L'auteur est assez porté à admettre l'identité de ces deux affections; à l'appui de son opinion, il allègue divers arguments qui nous paraissent très sérieux. Tout au moins peut-on croire que l'amibe caractéristique de la dysenterie est à même de provoquer la suppuration du foie, soit par lui seul, soit par l'intervention concomitante d'autres agents pyogènes. — Après avoir exposé l'anatomie pathologique, l'auteur rappelle les symptômes, qui sont principalement la douleur hépatique, le gonflement de l'organe, l'existence de frottements péritoniaux, la gêne de la respiration, enfin les symptômes généraux de toute suppuration. La marche et les terminaisons de la maladie sont très variables. Le diagnostic n'est pas toujours facile. Le traitement doit avoir pour but de prévenir la formation du pus ou d en assurer l'écoulement lorsqu'il s'est produit.

Lymphangites. — Ce sont des maladies fréquentes dans les pays chauds. Les lymphangites *aiguës* peuvent être simples — ce sont les mêmes que celles de nos climats — ou infectieuses ; celles-ci sont particulières au Brésil et surtout à Rio de Janeiro, où elles se présentent sous forme localisée ou généralisée.

La lymphangite *chronique* ou *éléphantiasis* est véritablement une maladie des pays chauds, bien qu'on l'observe dans l'Europe méridionale et qu'on en constate quelques cas en France. Elle est surtout fréquente dans les zones tropicales et subtropicales, notamment dans toutes les possessions européennes de l'Afrique, dans les Indes, l'Indo-Chine, la Chine méridionale, dans les îles de l'Océanie, aux Antilles, au Brésil et à la Guyane. Elle est plus fréquente sur le littoral maritime et sur celui des grands fleuves. L'auteur croit à la contagiosité de la maladie, qui a été reconnue par plusieurs de ses élèves. L'anatomie pathologique et la symptomatologie se résument dans l'hyperplasie des éléments constitutifs de la peau. Aussi le diagnostic en est-il facile. Le traitement est peu efficace.

Parasites du sang. — La *filariose* est une affection due à la présence d'un parasite *(Filaria sanguinis hominis)* dans l'organisme; elle s'observe surtout au Brésil, aux Antilles, en Guyane, aux Indes, en Chine, au Japon, en Australie, en Égypte et en Algérie. Le sang des malades ne renferme que des embryons, qui n'arrivent pas à l'état adulte dans l'organisme humain. Suivant la loi générale des entozoaires, découverte par notre illustre compatriote feu Van Beneden, les embryons doivent

émigrer pour parvenir à leur entier développement, et ce sont les moustiques qui servent de moyen habituel d'émigration. Répandus pendant la nuit dans les capillaires sous-cutanés, les embryons pénètrent dans les suçoirs des moustiques au moment où ces insectes perforent l'épiderme. L'auteur expose avec une grande lucidité toutes les phases par lesquelles ces parasites passent, tant dans le corps humain que dans celui des animaux. Ces parasites se fixent surtout dans les voies lymphatiques; de là deux symptômes principaux : production de tumeurs, siégeant aux régions ganglionnaires (aîne), et lymphurie, c'est-à-dire évacuation de lymphe par les urines. Le diagnostic n'est pas toujours facile; le microscope peut venir en aide. Le traitement est nul ou à peu près.

Le *Bilharzia haematobia* a été découvert en Égypte par Bilharz (1851), qui prétend que la moitié des adultes en seraient infectés au Caire. On le trouve sur toute la côte orientale d'Afrique, depuis le Nil jusqu'au Cap, plus rarement sur la côte occidentale (Côte-d'Or), quelquefois au Japon. Il semble que les hautes altitudes lui opposent une barrière infranchissable. C'est l'eau qui est le principal véhicule des larves de ce parasite, de là leur fréquence chez les indigènes, et spécialement chez les fellahs, qui font usage, sans les filtrer ou les bouillir, d'eaux de mares croupissantes. Elles se fixent principalement dans les voies urinaires, surtout la vessie, de là les symptômes de la cystite, hématurie, etc. Le traitement par excellence est l'extrait éthéré de fougère mâle, administré pendant plusieurs semaines.

Maladies de la peau. — Le *bouton d'Alep* ou *de Biskra* est endémique au Maroc, en Algérie, Tunisie, Égypte, Syrie, Mésopotamie, Asie mineure, Perse, Inde et l'île de Chypre. Il est la conséquence d'une inoculation directe, due probablement à des moustiques, et qui se fait surtout sur les points les plus exposés aux piqûres (visage, mains, pieds). Heidenreich et Duclaux d'abord, Chantemesse ensuite, sont parvenus à isoler et à cultiver le microbe de cette affection. Le bouton d'Alep est généralement multiple; il passe par trois phases : induration (papule, suivie d'une nodosité), ulcération, cicatrisation. Le diagnostic est généralement facile. Comme traitement, les soins de propreté suffisent ordinairement.

Le *pian* ou *framboesia* est une sorte de fièvre éruptive plutôt qu'une maladie cutanée. Originaire de la côte occidentale d'Afrique, elle a été importée de là à la côte orientale, à Madagascar, en Nouvelle-Calédonie, aux Antilles, à la Guyane, au

Brésil. Fréquente surtout chez les Noirs, elle atteint particulièrement les jeunes enfants. Elle est contagieuse et inoculable, et se caractérise par de petites vésicules qui crèvent et forment ensuite de petites excroissances framboisées (d'où son nom) d'un rouge pâle. Assez bénigne chez les adultes, cette maladie est grave aux extrêmes de la vie.

La *verruga* ou bouton des Andes est une maladie qui s'observe dans une partie de la région occidentale de la chaîne des Andes péruviennes. Atteignant les Blancs de préférence, elle sévit surtout chez les gens débilités. C'est probablement une maladie infectieuse, certainement inoculable. Elle est caractérisée par l'apparition de petites verrues, qui sont le siège d'un prurit intense. C'est une maladie grave. Au delà de 3000 m. d'altitude, la mort est la règle.

Herpès tropicaux. Il en existe deux variétés :

Le *ringworm tropical,* qui n'est qu'un herpès circiné ayant subi, par le fait du climat, certaines modifications. On l'observe surtout dans les régions humides et chaudes de l'Inde (Bas-Bengale) et au sud de la Chine. On en a constaté des exemples en Europe. La maladie est provoquée par le *Trichophyton* modifié. Elle est caractérisée par des vésicules ou des taches entourées d'un anneau d'un rouge luisant, accompagnées de démangeaisons intolérables. Elle n'a aucune gravité.

L'*herpès imbriqué* s'observe presque exclusivement au détroit de Malacca et aux îles de l'archipel Malais. Il se manifeste par de petits points ou papules rouges, disposées en demi-cercles ; ce qui le caractérise surtout, c'est sa desquamation sous forme de lamelles superposées. Il est remarquable par les violentes démangeaisons qu'il occasionne et par sa résistance à la thérapeutique.

Le *pied de Madura* a été surtout rencontré dans l'Inde, particulièrement dans le district de Madura ; on en aurait vu des cas en Amérique et en Algérie. Il est dû au développement d'un champignon dans les tissus du pied. Il se caractérise par l'apparition d'une légère induration, qui devient ensuite vésiculeuse ou bulleuse et donne lieu plus tard à une modification profonde du pied ; celui-ci augmente considérablement de volume. C'est une maladie grave pour le membre, qui doit presque toujours être sacrifié.

L'*ulcère des pays chauds,* propre aux régions basses et marécageuses d'une grande partie de la zone intertropicale, se rencontre spécialement sur les côtes d'Afrique, en Arabie, aux

Indes, en Cochinchine, à la Guyane, aux Antilles. C'est une maladie probablement spécifique, qui peut revêtir deux formes : légère, c'est alors un ulcère qui rappelle un peu le chancre syphilitique ; grave, c'est une vaste destruction des tissus profonds, envahissant parfois jusqu'aux os. Le traitement qui a le mieux réussi au Dr de Brun est le sublimé corrosif.

La *pinta* est une maladie propre à certaines régions de la Colombie, du Pérou et du Mexique. Elle est caractérisée par l'apparition sur la peau de taches de différentes couleurs, d'où quatre variétés : blanche, rouge, bleue et noire. Parfois des variétés se combinent, de sorte que l'aspect du patient est vraiment effroyable. L'étiologie de cette singulière affection est obscure. Elle n'est pas dangereuse, mais très longue.

L'*ainhum* se rencontre sur la côte occidentale de l'Afrique, à Pondichéry, dans le Bengale, en Nouvelle-Calédonie, à Rio de Janeiro, à Buenos-Ayres et dans la Caroline du Sud. Exclusivement observée chez les Noirs, cette maladie est caractérisée par un étranglement annulaire, lentement progressif, d'un orteil, ultérieurement suivi de la chute de cet orteil. On n'en connaît pas la cause réelle. C'est une affection bénigne, mais qui peut durer 10, 20 et même 30 ans. Le traitement est purement chirurgical.

Les zones tropicales possèdent en propre un certain nombre de *parasites extérieurs,* dont les plus importants sont la filiaire de Médine, la chique ou puce pénétrante, le ver du Cayor, le ver macaque, la larve de l'œstre cutérèbre nuisible, la lucile ou mouche hominivore.

L'analyse que nous venons de donner du livre du Dr de Brun est suffisante pour montrer que ce volume est digne de son prédécesseur. Nous estimons que cet ouvrage est indispensable à tout médecin qui veut exercer son art dans les pays chauds. Il est méthodique, clair, complet et vraiment scientifique.

Dr Moeller.

V

Les dates préhistoriques, par le Mis de Nadaillac. (Extrait du *Correspondant.)* — Paris, 1893. — In-8°, pp. 41.

Signaler un ouvrage de M. le Mis de Nadaillac, c'est dire : « Si vous voulez lire, sur les questions scientifiques qui préoccupent notre époque, un livre clair, intéressant, où sont consignés et

exposés avec compétence les résultats des plus récentes recherches, prenez les travaux de M. de Nadaillac. „

Ces qualités, qui caractérisent tous les écrits de notre savant collègue de la Société scientifique de Bruxelles, se manifestent peut-être avec plus d'éclat que jamais dans la courte et substantielle brochure que nous présentons au lecteur. Au risque de répéter une formule usée, mais qui au cas présent se justifie pleinement, il nous faut dire avant tout que ce livre arrive à point nommé. Depuis quelques années, la science préhistorique s'est, à son grand profit, singulièrement assagie dans la question de chronologie. Nous ne sommes plus au temps où l'on jonglait à plaisir avec les chiffres les plus fabuleux. Mais cet heureux revirement n'a pas encore dépassé le cercle des initiés, et les apologistes, peu au courant des dernières phases de la préhistoire, continuent à se débattre contre la chronologie admise aux jours du premier engouement. D'autre part, si la science préhistorique a réduit ses calculs, l'histoire pénètre chaque jour plus avant dans les profondeurs des siècles, et l'on peut prévoir l'heureux moment où l'archéologie et l'histoire arriveront à établir des dates communes pour l'apparition de l'homme sur la terre.

Ce résultat déjà entrevu, M. de Nadaillac le formule excellemment dans les termes suivants : “ Nous sommes loin... de ces amoncellements de siècles que les amateurs du merveilleux et les contempteurs de la révélation acceptent avec tant d'enthousiasme... Il est impossible de ne pas être frappé de la concordance des calculs géologiques avec les données que nous avons empruntées à l'histoire et à l'archéologie. Appuyé sur des faits indéniables, sur tous ceux actuellement connus, nous répéterons que la limite extrême que l'on peut assigner à l'humanité, depuis la création, ne saurait guère dépasser 10 000 ans. „

On voit, par cette conclusion même, la marche qu'a suivie M. de Nadaillac dans son travail. Il interroge d'abord les données de l'histoire. L'Amérique, l'Afrique, l'Océanie ne fournissent aucun renseignement positif; mais là, l'homme semble relativement récent, du moins son histoire ne remonte pas très haut. Ce sont les annales de la Chaldée et de l'Égypte qui offrent les dates les plus lointaines. En Chaldée, 4000 ans avant Jésus-Christ, nous avons une civilisation en plein développement. La chronologie égyptienne aboutit aux mêmes conclusions. Dans la Chine et dans l'Inde, où M. de Nadaillac nous conduit ensuite, les souvenirs ne portent pas si haut. En Europe, l'histoire date

d'hier, mais la préhistoire revendique pour les premiers habitants de ce continent une haute antiquité. Ils y apparaissent après la retraite définitive des glaciers. Les premières évaluations n'hésitaient pas à placer cet événement géologique à quelques 200 000 ans de nous. Mais M. de Nadaillac en appelle au jugement plus sûr des savants qui, en ces dernières années, ont repris la question et qui s'accordent à dire que " le temps écoulé depuis la retraite des glaciers, tant en Europe que dans l'Amérique du Nord, doit être compris entre 6000 et 12 000 ans. „

J. G.

VI

ÉTUDES DE GÉOLOGIE BIBLIQUE. *Le Déluge devant la critique historique,* par RAYMOND DE GIRARD, professeur agrégé à l'École polytechnique de Zurich. Première partie, *L'École historique.* — Fribourg, librairie de l'Université, 1893. — In-8°, pp. XIII-374.

Ce n'est pas aux lecteurs de la *Revue* qu'il faut apprendre combien la question du déluge a passionné les esprits en ces dernières années. Il a pu même paraître à plusieurs, et non sans raison, que pour le moment tout avait été dit sur ce problème où l'exégèse, l'ethnographie, la géologie et d'autres sciences encore sont intervenues tour à tour pour essayer de fournir un appoint à la solution.

M. Raymond de Girard est d'un avis différent. Il pense que " dans l'abondante *littérature* diluvienne, il manque un travail quelque peu complet, embrassant toutes les faces de cette si intéressante question. „ De plus, le travail récemment paru de M. Richard Andree sur les traditions du déluge (1) a, M. de Girard le croit, introduit de nouveaux éléments dont il importe de tenir compte. " Nous sommes, dit-il, parvenus à un point caractéristique dans le développement de la science exégétique, et le moment paraît favorable pour tenter une synthèse des résultats acquis. „

De cette synthèse, M. de Girard nous présente en ce moment un premier aperçu sur le *caractère historique du déluge.* Il compte étudier successivement le caractère moral et naturel du déluge, la tradition diluvienne, l'universalité du déluge, la géologie du

(1) *Die Flutsagen,* 1891.

déluge dans ses théories anciennes et modernes (théories cosmique, volcanique, orogénique et sismique), et enfin les rapports du déluge et de l'homme primitif.

Voici l'idée fondamentale du volume que nous analysons en ce moment. La certitude historique du fait du déluge repose sur le caractère historique des traditions qui le rapportent. Ces traditions sont le récit biblique, la narration chaldéenne, les traditions éparses chez divers peuples. L'accord ne règne pas sur la valeur à accorder à ce triple groupe de traditions, et M. de Girard a cru pouvoir distinguer trois écoles. Pour l'*école universaliste,* " toutes les traditions d'apparence diluvienne qui se retrouvent chez la plupart des peuples „ se rapportent au déluge biblique. Elle admet *à priori* que si une nation donnée n'a conservé en fait aucun souvenir du déluge, une étude plus approfondie révélera un jour ce souvenir, ou bien que " la tradition diluvienne s'est perdue par suite de migration, de mélange avec des peuples étrangers. „ L'*école mixte* admet des traditions pseudo-diluviennes, qui n'ont aucun rapport avec le déluge biblique, et dans les traditions réellement diluviennes elle reconnaît d'une part des traditions originales et de l'autre des traditions importées, empruntées ou dérivées. C'est *à posteriori* seulement, après une étude critique de chaque récit, qu'elle conclut au caractère d'une tradition donnée. Enfin, M. de Girard distingue une *école non-universaliste,* qui, avec les principes de l'école mixte, arrive à ne reconnaître pour réellement diluvienne et primitive qu'une seule tradition, la tradition chaldéenne. " Celle-ci, alors, a été importée tardivement de son pays d'origine, la Mésopotamie, dans les contrées voisines et, de ces importations presque toujours accompagnées d'une transformation plus ou moins profonde de la tradition originelle en vue de son adaptation locale, seraient nées, longtemps après l'événement, les traditions, d'ailleurs peu nombreuses, auxquelles l'école reconnaît le double caractère d'être réellement diluviennes, mais importées. „

M. de Girard expose, d'après des citations le plus souvent textuelles, les principes et les résultats de ces trois écoles. Il insiste longuement sur les diverses théories de l'école non-universaliste, au sein de laquelle s'agite la grave question des rapports du récit biblique avec les traditions babyloniennes. Les opinions les plus divergentes ont été présentées, et M. de Girard les fait défiler successivement sous nos yeux en signalant la part de vérité, d'erreur ou de simple hypothèse qu'elles lui

semblent renfermer. En résumé pourtant, deux grands systèmes sont en présence. " D'après le premier, le poème cunéiforme et le récit de la Genèse constitueraient deux narrations indépendantes, deux formes.... d'une tradition primitivement unique. „ D'après le second, le texte de la Genèse ne serait qu'une transformation monothéiste du récit chaldéen. M. de Girard, qui veut n'être que rapporteur du débat, se défend de vouloir trancher entre les deux opinions. Il remarque pourtant que, " quoi qu'il en soit, la tradition *orale* primitive a parfaitement pu être monothéiste. „ En outre, la tradition la plus digne de confiance est celle qui " cadre le mieux avec la religion que professaient les témoins de l'événement. „ Or, on a fait une double hypothèse au sujet de la religion primitive des Chaldéens : ils étaient monothéistes ou polythéistes. Au premier cas, c'est le récit génésiaque qui doit être préféré. Toutefois, il sera permis et même indispensable de faire appel au texte cunéiforme. En effet, le rédacteur du livre mosaïque devait, à raison du but qu'il poursuivait, se restreindre à une plus grande sobriété dans les détails, tandis que " la forme épique du récit babylonien favorise les descriptions. „ Si, au contraire, on admet le polythéisme originel des Chaldéens, la solution inverse doit prévaloir, et le texte de la Genèse ne sera plus qu'une adaptation monothéiste du récit chaldéen.

Jusqu'à ce point, le travail de M. de Girard est conduit avec beaucoup d'ordre et de clarté. Il n'en est pas de même des pages suivantes, où il devient plus difficile de s'orienter et de saisir la suite logique. L'analyse des travaux de Diestel et d'Andree vient à deux reprises introduire une longue interruption, comme si l'auteur avait seulement connu ces travaux au cours de l'impression de son livre et qu'il eût profité de la première occasion pour en présenter le résumé.

Dans cette seconde partie de son ouvrage, M. de Girard étudie, à la suite d'une foule d'auteurs qui s'en sont occupés avant lui, les traditions du déluge consignées dans la mythologie des divers peuples. Cet examen lui fait rejeter les conclusions de l'école mixte qui admet que " la tradition diluvienne appartient en propre aux trois races civilisées, aryenne, sémitique et chamitique. „ Il se rallie complètement aux conclusions de l'école non-universaliste qui enseigne que " la seule race chez laquelle la tradition du déluge fasse corps avec les idées religieuses est la *race sémitique*, du moins dans les rameaux septentrionaux, *assyro-babyloniens, syriens* et *hébreux*. „ Toutefois, et c'est ce

que M. de Girard montre dans la troisième partie de son livre, ce minimum de l'école non-universaliste suffit pleinement pour démontrer la réalité historique du déluge.

Nous venons d'analyser sommairement ce nouvel ouvrage, qui vient, après tant d'autres, essayer de résoudre la question du déluge. Il faut en préciser maintenant la véritable portée. M. de Girard a certainement rendu service en remettant la question de la réalité du déluge sur son véritable terrain et en la dégageant des exagérations de certaine école, qui prétendait retrouver chez tous les peuples le souvenir du grand cataclysme dont parle la Bible. Comme le dit fort bien l'auteur, " trop souvent on a pris pour des concordances réelles... ces ressemblances fortuites, fondées sur la nature même du sujet, que ne peuvent manquer de présenter deux récits d'inondations. Deux phénomènes de ce genre se ressemblent forcément par plusieurs points, et... le récit de l'un pourra, en général, être sans peine appliqué à l'autre. „

Mais, à notre sens, cette conclusion pouvait se passer des longs développements par lesquels l'auteur y est arrivé. Son désir d'être complet et scrupuleusement exact lui a fait multiplier outre mesure les citations étendues de livres, aujourd'hui bien oubliés, celui de Lüken par exemple. Si, au lieu d'extraits démesurés, M. de Girard s'était contenté plus souvent d'un texte bien caractéristique et d'un résumé personnel, il aurait avancé plus rapidement. Des renvois aux ouvrages auraient pleinement satisfait le lecteur désireux d'un contrôle plus approfondi. Il faut regretter aussi, surtout dans la dernière partie du livre, de fréquentes redites, et de ci de là quelques assertions un peu effrayantes pour la stricte orthodoxie, comme cette note de la page 141 sur l'unité des races humaines. Nous avons toujours pensé que, du moins " au point de vue philosophique et religieux, la question de l'unité physique „ devait être considérée comme tranchée en faveur du monogénisme.

Ces défauts mis à part, nous devons rendre hommage à la vaste érudition dont M. de Girard fait preuve dans son travail. Peu de travaux ont échappé à ses consciencieuses recherches; l'appréciation qu'il en fait est le plus souvent exacte. En particulier, M. de Girard rend à la *Revue des questions scientifiques* de Bruxelles un hommage bien flatteur en la citant comme le meilleur des recueils qui se proposent " d'établir sur des bases solides, à la hauteur des exigences du jour, l'accord de la foi et de la science „, et il ajoute qu'elle " compte des collaborateurs

de toute première marque. „ Aussi a-t-il accordé une attention spéciale aux travaux de Jean d'Estienne sur le déluge parus dans la *Revue*. Nous eussions voulu répondre à l'amabilité de M. de Girard par un éloge sans restriction de son livre. Mais, nous l'espérons, il pardonnera à notre franchise de n'avoir pas oublié l'adage : *Amicus Plato, magis amica veritas.*

J. G.

VII

Les voyages en Asie au XIVe siècle du bienheureux frère Odoric de Pordenone, religieux de Saint-François, publiés avec une introduction et des notes, par Henri Cordier, professeur à l'École des langues orientales vivantes et à l'École des sciences politiques. — Paris, Leroux, MDCCCXCI. — Gr. in-8°, pp. CLVIII-602, avec une carte hors texte et nombreuses gravures.

Après celui de Marco Polo, le célèbre marchand vénitien, peu de noms sont aussi populaires dans la littérature des voyages que celui d'Odoric de Pordenone. Cet humble franciscain, né à Pordenone, dans le Frioul, en 1286, entreprit, de 1318 à 1330, un long voyage à travers toute l'Asie. Parti de Padoue, il s'embarqua à Constantinople et arriva à Trébizonde. Après avoir traversé la Perse, il prit à Ormouz la voie de mer et débarqua à Tana de Salsette. Odoric parcourut ensuite toute la côte du Malabar, s'arrêta à Méliapour, au tombeau de l'apôtre saint Thomas, toucha à Ceylan, à Sumatra, à Java, au sud de Bornéo, et arriva en Chine à Canton. Il visita plusieurs villes du Céleste Empire; puis, se dirigeant dans l'intérieur, il demeura trois ans à Khan-bâliq, la capitale du grand khan de Mongolie. Odoric revint en Europe par le Chan-si, le Chen-si, le Se-tchouen et le Tibet. Là, on perd sa trace ; mais la voie de retour est aisée à marquer par le Badakchan, le Khorassan et l'Arménie.

De retour en Italie, au couvent de Saint-Antoine à Padoue, Odoric dicta, au mois de mai 1330, le récit de ses voyages au frère Guillaume de Solagna, et il mourut le 14 janvier 1331, à peine âgé de quarante-cinq ans. Cette relation, écrit M. Cordier, " est remarquable... par la quantité considérable de renseignements exacts, personnels, qui en font une contribution importante à l'histoire des relations de l'Europe avec l'Asie au XIVe siècle ." Le savant éditeur n'est pas éloigné d'égaler Odoric

à Marco Polo, auquel " il sert de contrôle et de complément ", et il conclut son appréciation en disant : " Marco Polo, Ibn Batoutah, Odoric de Pordenone et Nicolo di Conti sont les quatre grands noms des voyageurs en Asie, au moyen âge ."

Odoric dicta sa relation en latin à Guillaume de Solagna. C'est la version officielle. Mais, neuf ans après la mort du voyageur franciscain, Henri de Glatz rédigea une autre relation d'après les renseignements que lui donnèrent les compagnons de voyage d'Odoric. Plusieurs éditions ont été publiées de ces deux textes. Pour le premier, la meilleure est celle du colonel Yule (1); la seconde se trouve en partie dans les Bollandistes (2) et en entier dans l'*Histoire des missions franciscaines,* par le P. Marcellin da Civezza (3).

Le récit d'Odoric devint bientôt populaire, et il fut traduit dans toutes les langues de l'Europe. en italien, en français, en allemand. Parmi les traductions françaises, il faut remarquer celle d'un moine de Saint-Bertin. Voici comment ce moine se fait connaître dans un manuscrit du XIVe siècle (Berne, bibliothèque de la ville, nº 125, fol. 196b) : *Et fut ce livre translate par frere Jehan le long ne dypre et moynne de Saint Bertin en Saint Aumer. En lan de grace mil ccc cinquante et ung.* En 1871, M. Louis de Backer (4) publia une édition de cette version de Jean Lelong, mais M. Cordier la déclare, avec raison, complètement manquée (5). Le savant professeur de l'École des langues orientales vivantes a repris ce travail et il nous a donné une édition définitive de la version française des voyages d'Odoric de Pordenone, par Jean Lelong d'Ypres, moine de Saint-Bertin à Saint-Omer.

Dans une savante introduction, il a rassemblé tous les détails qu'il a pu trouver sur la vie et l'œuvre du bienheureux Odoric. M. Cordier fait ensuite le recensement des manuscrits qui renferment les textes et les versions du récit de voyage d'Odoric. Ces manuscrits sont au nombre de 73, soit 47 latins, 18 italiens, 6 français et 2 allemands. C'est 32 et 14 manuscrits de plus que ceux découverts par le colonel Yule et par Domenichelli, les savants précurseurs de M. Cordier. Non content de signaler les

(1) Dans *Cathay and the Way thither.* London, 1866, t. II, appendice, pp. I-XLIII.

(2) *Act. SS.*, ad d. XIV januarii, p. 986-992.

(3) *Storia universale delle missioni francescane.* Roma, 1859, t. III, pp. 739-81.

(4) *L'Extrême Orient au moyen âge.* Paris 1877.

(5) *Revue critique,* 19 mai 1877 ; *The Athenaeum,* nº 2598, 11 août 1877.

manuscrits, M. Cordier nous donne encore la bibliographie complète des éditions du voyage d'Odoric et de tous les ouvrages qui nous renseignent sur sa personne.

Nous avons à peine dépassé le seuil de l'ouvrage de M. Cordier. Après cette introduction, il publie le texte des voyages d'Odoric. C'est une édition critique, avec les variantes de tous les manuscrits et les corrections que d'autres textes ou versions peuvent apporter. Mais le savant éditeur ne s'est pas contenté de cette tâche ; il a enrichi le texte d'Odoric de notes nombreuses dont plusieurs ont pris les proportions de véritables dissertations. Dans ces notes, M. Cordier s'est efforcé de corroborer les dires du voyageur franciscain par les données les plus récentes de la géographie et de l'ethnographie. Il a pu constater le plus souvent que la science moderne n'a fait que confirmer les renseignements si exacts et si personnels d'Odoric. Nous regrettons de ne pouvoir fournir ici la preuve détaillée de l'érudition vraiment considérable dont témoignent les notes ajoutées par M. Cordier à son édition d'Odoric ; pareil travail se refuse à l'analyse. Il suffira de dire que, pour les pays parcourus par le moine du moyen âge, le livre de M. Cordier restera un répertoire qui sera souvent consulté, une mine précieuse d'informations.

J. G.

VIII

L'École pratique de physique. Problèmes et calculs pratiques d'électricité, par M. Aimé Witz. — Un vol. in-8° de xiv-330 pp. — Paris, Gauthier-Villars.

Ce livre est un complément très heureux des différents ouvrages publiés jusqu'à présent sur l'électricité. On trouve bien, dans quelques-unes de ces publications, des problèmes analogues à ceux traités par M. Witz ; mais, pour les techniciens, la nécessité se faisait sentir d'un travail réunissant méthodiquement les différents cas qui se présentent dans la pratique. D'une portée plus élevée que les recueils portant à peu près le même titre, ce volume, soigneusement édité, complètera élégamment la bibliothèque des électriciens.

L'auteur a jugé bon de rappeler les définitions et les formules. Certainement, celui qui emploie ce livre doit avoir présentes à la mémoire les formules de l'électrotechnique, mais ce résumé, qui

ne comprend que les 58 premières pages du livre, n'est cependant pas inutile.

Les pages 59 à 84 sont couvertes de tableaux donnant des constantes numériques.

Suivent les problèmes, dont le caractère pratique est frappant. Premier chapitre, les aimants; quel est l'électricien qui n'a pas été amené à calculer la force portante d'un barreau aimanté? C'est le problème 13: la solution exige la connaissance du moment magnétique du barreau; les problèmes précédents traitent de cette question. Viennent ensuite des problèmes variés sur l'électricité statique, les capacités, les piles, les accumulateurs, l'électrolyse, les appareils mesureurs.

Des problèmes sur les résistances et les dérivations préparent très bien à l'étude des canalisations et à la vérification des appareils utilisés dans l'industrie électrique.

Le chapitre des électro-aimants est une excellente introduction aux problèmes sur les dynamos. La mesure des champs est exposée avec un exemple numérique pour chacun des appareils connus.

Après l'étude sur l'induction viennent les générateurs mécaniques d'électricité, puis les calculs relatifs à la construction des dynamos. Le chapitre intitulé *Étude expérimentale des dynamos* contient des problèmes importants, comme la détermination du flux, de H dans l'entrefer, de la surface d'un induit, de la température atteinte par un induit après des essais, du coefficient de self-induction d'un induit, etc.

Dans son étude expérimentale des dynamos et ses problèmes sur les dynamos et moteurs, M. Witz fait bien ressortir l'importance du rendement industriel de ces engins. Le rendement dans le cas des transports d'énergie est un facteur qu'il n'a pas négligé de mettre en évidence.

L'ouvrage se termine par différents problèmes sur la recherche des défauts dans les lignes, et l'examen de plusieurs questions pratiques d'éclairage par l'électricité.

Un grand nombre de ces problèmes portent un indéniable cachet d'originalité. On devine que ce sont des questions que M. Witz a été amené à résoudre au milieu de ses nombreuses recherches scientifiques et industrielles. Le livre sera lu — je veux dire étudié — avec plaisir et avec fruit par les électriciens.

Nous ne croyons pas être téméraire en annonçant à M. Witz des demandes de traduction de son remarquable travail. Nos voisins seront fiers de pouvoir enrichir leur littérature technique d'un recueil de cette valeur. F. L.

IX

Los grandes problemas de la Quimica contemporanea y de la Filosofia natural, por el Dr D. Eugenio Pinerua y Alvarez, Catedrático numerario de Química en la Universidad de Santiago.— Un volume in-8° de 291 pp. — Santiago, J.-M. Paredes, 1893.

L'étude de la chimie générale ou chimie théorique a pris dans ces dernières années un nouvel essor. Partout les recherches expérimentales sont poussées avec la plus grande activité, et le nombre des ouvrages qui les exposent s'accroît sans cesse. Dans le volume précédent de cette *Revue* (1), nous avons rendu compte du livre de M. Duhem sur la mécanique chimique; aujourd'hui nous allons analyser brièvement un ouvrage d'un tout autre genre, qu'un savant espagnol, M. le Dr Piñerúa y Alvarez, professeur de chimie à l'Université de Santiago, vient d'offrir au public. Nous avons affaire à un livre qui, par les matières qui y sont traitées, se distingue beaucoup des autres publications de chimie générale. L'auteur est philosophe et chimiste à la fois. C'est ainsi que, dans le second chapitre, il nous fait connaître les différents systèmes philosophiques de tout âge et de toute nationalité, imaginés pour expliquer l'origine et la constitution du monde matériel : les idées philosophiques et religieuses des anciens Indiens et des Chinois, les subtiles spéculations des Grecs, et les rêveries plus ou moins cohérentes des philosophes allemands, celles de Schopenhauer et de Hartmann entre autres.

Après cet aperçu historique de la philosophie naturelle, l'auteur développe les notions de matière et de force, d'espace et de temps. Ici encore il se montre avant tout philosophe, et bien qu'il cite plus d'un homme de science — le P. Secchi, Hirn, Maxwell et d'autres, — le développement qu'il donne à ce chapitre revêt surtout un caractère philosophique.

Dans la seconde partie de son livre, l'auteur aborde les questions chimiques proprement dites, entre autres la théorie atomique, la classification périodique des éléments et l'affinité chimique. Dans cette partie de l'ouvrage, comme dans la première, M. Piñerúa se contente d'un exposé historique. En général les idées des grands chimistes de notre siècle ont été fidèlement rendues, et l'on voit que l'auteur est au courant des progrès

(1) *Rev. des quest. scientif.*, 2e série, t. IV, p. 223.

récents de la chimie générale. Ce qu'on pourrait lui reprocher peut-être, c'est d'avoir traité certaines questions avec trop d'ampleur (les déterminations cryoscopiques, par exemple, occupent plus de 16 pages) au détriment d'autres qui paraissent plus importantes au point de vue philosophique, et qui sont laissées de côté ou à peine effleurées.

L'auteur étudie avec un soin spécial l'affinité chimique et, en particulier, sa mesure par les phénomènes thermiques; l'importance et l'intérêt que M. Piñerúa attribue aux recherches thermiques sont pleinement justifiés, mais la conclusion finale à laquelle il arrive ne l'est pas moins; la voici: Des déterminations de ce genre sont insuffisantes pour mesurer l'affinité chimique. L'auteur appuie cette manière de voir sur l'autorité de plusieurs chimistes fort compétents dans ces questions.

Le dernier chapitre traite, avec détail, des réactions limitées; on y passe en revue les travaux de H. Sainte-Claire Deville, Pfaundler, Hautefeuille, G. Lemoine, Naumann, Horstmann, et de beaucoup d'autres chimistes distingués.

Cet aperçu suffit à montrer que l'ouvrage de M. Piñerúa y Alvarez, grâce au choix des questions qui y sont traitées et à la forme historique qu'il a donnée à son exposé, se lit avec profit et intérêt. Quelques lecteurs trouveront peut-être qu'il manque de couronnement, et souhaiteront que l'auteur, dans une prochaine édition, tente d'établir l'accord entre la philosophie et la chimie ou, du moins, formule les conclusions philosophiques qui se dégagent actuellement des recherches expérimentales.

H. D. G.

X

La Géométrographie, ou l'art des constructions géométriques, par M. Ém. Lemoine, ancien élève de l'École polytechnique. — Une brochure in-8°, de 66 pages.—Paris, Gauthier-Villars; 1893.

Il n'est pas sans intérêt, croyons-nous, d'exposer en quelques mots les idées de principe groupées par M. Lemoine sous ce mot nouveau.

L'expression : *simplicité d'une construction géométrique* n'a eu jusqu'ici qu'une acception assez vague ne répondant à aucun criterium bien défini. M. Lemoine s'est tout d'abord attaché à lui

donner une signification précise, puis en se fondant sur les résultats découlant des définitions admises, à trouver, dans chaque cas, les constructions réellement les plus simples.

La base de toute la théorie, d'où se déduisent les conséquences les plus inattendues, est tellement simple que nous pouvons l'exposer complètement ici.

M. Lemoine décompose en deux opérations élémentaires l'usage auquel se prête la règle : 1° faire passer le bord de la règle par un point ; 2° tracer une droite en suivant le bord de la règle. Il les appelle les opérations R_1 et R_2. Les opérations élémentaires relatives au compas sont les suivantes : 1° placer la pointe sèche en un point donné (opération C_1); 2° placer la pointe en un point indéterminé d'une ligne tracée (C_2); 3° tracer le cercle (C_3).

Toute construction de la géométrie canonique de la droite et du cercle, c'est-à-dire *de la règle et du compas,* quelque compliquée d'ailleurs qu'elle puisse être, se réduira à un nombre d'opérations élémentaires exprimé par $l_1 R_1 + l_2 R_2 + l_3 C_1 + l_4 C_2 + l_5 C_3$. M. Lemoine prend cette expression pour le *symbole* de la construction. *Par définition,* le nombre $l_1 + l_2 + l_3 + l_4 + l_5$ est pour lui le *coefficient de simplicité,* et le nombre $l_1 + l_3 + l_4$, le *coefficient d'exactitude* (1) ; l_2 et l_5 sont respectivement le nombre de droites et le nombre de cercles tracés. Ces définitions sont de pure convention, mais elles répondent très suffisamment à l'idée qu'on se fait *à priori* des notions auxquelles elles se rapportent, et on ne voit guère que l'on puisse leur en substituer de meilleures. Lorsqu'elles sont admises, la *Géométrographie* en découle très aisément tout entière.

Cette théorie n'a bien évidemment pas la prétention de suivre exactement la pratique du tracé; elle suppose, par exemple, que la feuille d'épure n'a point de bornes, que les règles et les compas permettent d'atteindre à toutes les dimensions, que deux lignes déterminent parfaitement un point par leur intersection quel que soit l'angle sous lequel elles se coupent, etc... ; mais elle permet de guider la pratique et l'on doit s'en servir pour le tracé des épures comme l'ingénieur se sert de la Mécanique rationnelle dans le ressort de son art. La *Géométrographie* est donc essentiellement spéculative ; il est clair cependant que si, pour

(1) On objectera peut-être à ces définitions que la simplicité, ou l'exactitude, sont d'autant plus grandes que le coefficient correspondant est plus petit, ce qui constitue une sorte d'antinomie. Mais on trouve, dans la science, des exemples analogues : un corps est doué d'une élasticité d'autant plus grande, au sens que l'usage ordinaire attribue à ce mot, que son coefficient d'élasticité est plus petit.

obtenir un même résultat, la construction A est reconnue par elle plus simple que la construction B, c'est à la construction A qu'il conviendra d'accorder effectivement la préférence toutes les fois que les conditions particulières des données ne mettront pas obstacle à sa réalisation.

M. Lemoine ne s'est occupé avec détail que de la Géométrographie de la règle et du compas, mais, dès son premier travail sur le sujet (1), il avait indiqué la nécessité d'introduire l'équerre avec deux symboles nouveaux. C'est là, au point de vue du détail, une étude qui reste à faire. Les résultats déjà obtenus par M. Lemoine dans le très vaste domaine qu'il a exploré sont tout à fait inattendus et ne manquent pas d'importance.

Dans la première partie de son travail, il étudie les constructions séculairement admises dans la Géométrie classique, il fait voir qu'elles sont toutes trop compliquées, à commencer par la première : *Mener par un point donné la parallèle à une droite donnée,* et il en indique de plus simples, ce qui ne constitue pas un des moindres attraits de la brochure. Dans la seconde partie, où il applique la théorie à de nombreux exemples, il met en lumière ce fait qu'il y a deux sortes de simplicité, celle de l'*exposition* que les géomètres ont, en réalité, exclusivement envisagée jusqu'ici, et celle du *tracé* dont il est le premier à faire l'étude. En un mot, il établit qu'il y a un *art propre* de la construction géométrique et il en donne les règles.

Le Mémoire se termine par une discussion — faite sous forme anecdotique, ce qui lui ajoute du piquant — des idées exposées, et par des remarques qui complètent la partie spéculative de celles qui sont intercalées dans le corps de l'exposé.

Cet opuscule, marqué au coin de l'originalité qui distingue toutes les productions de M. Lemoine, et dont la lecture est des plus faciles, est à recommander non seulement aux praticiens, qui construisent effectivement, mais encore et surtout aux géomètres spéculatifs, les praticiens ne faisant en somme qu'appliquer les constructions indiquées par eux. La géométrographie leur ouvrira de nouveaux points de vue en leur fournissant un criterium qui les amènera forcément à affiner les résultats de leurs recherches, en tant qu'ils peuvent donner lieu à des constructions, dans un sens dont ils n'avaient eu jusqu'ici nul souci.

M. D'OCAGNE.

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences* du 16 juillet 1888, et Congrès d'Oran de l'Association française pour l'avancement des sciences, même année.

XI

Annuaire du Bureau des longitudes pour l'an 1894. — Un vol. in-18 de v-722 + A 22, B 37, C 24, D 13, E 30, F (tables) 38, ou 886 pp. — Paris, Gauthier-Villars.

I. PARTIE TECHNIQUE.

D'assez importants changements et additions ont été apportés, pour 1894, à la partie technique de l'*Annuaire*. Il convient de les indiquer.

Tout d'abord, pour les " Phénomènes astronomiques principaux ", observables en l'année nouvelle, les changements sont imposés par la marche même des phénomènes naturels. En 1893, on n'avait à indiquer que deux éclipses de Soleil, l'une, au 9 octobre, invisible en France, l'autre, au 16 avril, partiellement visible à Paris, mais seulement aux 28 millièmes du diamètre du disque solaire. En 1894, nous avons quatre éclipses, dont deux de Lune, et un passage de Mercure. Les deux éclipses de Soleil, invisibles à Paris, sont l'une annulaire au 6 avril, l'autre totale au 29 septembre. Des éclipses de Lune, partielles toutes deux, l'une, au 21 mars, sera invisible à Paris, l'autre, au 15 septembre, y sera en partie visible. Enfin, c'est le 10 novembre, de $4^h5^m3^s$ à $9^h22^m29^s$ du soir, que Mercure passera sur le disque du Soleil.

Le tableau des " Étoiles supposées variables " comprend 93 étoiles, au lieu de 33 seulement du tableau de 1893.

Les " Corrections pour les levers et couchers du Soleil ", et celles qui concernent les levers et couchers de la Lune, sont fournies, cette fois, à partir de l'équateur. Dans les annuaires précédents, elles n'avaient été données qu'à partir du 33e degré de latitude, pour aller jusqu'au 60e.

Deux chapitres, dus à M. Cornu, ont été ajoutés à la subdivision du volume comprise sous la rubrique " Système solaire ". Ils concernent, l'un la *physique solaire,* mentionnant les taches, les facules, les protubérances, la photosphère et la chromosphère, la rotation de l'astre, — l'autre la *Spectroscopie solaire;* ce dernier offre d'étroites analogies avec celui, afférent à une autre subdivision, qui concerne la spectroscopie stellaire, à laquelle le même savant a joint la description des spectres des comètes et des nébuleuses.

A la suite du chapitre sur les " Coordonnées terrestres ", les

auteurs ont inséré deux tables nouvelles, l'une pour la conversion des degrés en grades et des grades en degrés, l'autre pour celle du temps en parties de l'équateur, et *vice versa*.

Le nombre des petites planètes dites télescopiques, entre Mars et Jupiter, va toujours grandissant. Il n'y a pas de raison pour qu'il s'arrête. L'annuaire de l'an dernier en comptait 322 observées directement, plus treize autres, découvertes avec l'aide de la photographie, et treize encore dont les éléments n'étaient pas connus: au total 347. — L'Annuaire pour 1894 n'en donne pas moins de 373 avec tous leurs éléments, plus seize autres dont treize n'ont pas encore été suffisamment observées, et trois dont les éléments laissent place jusqu'ici à quelque incertitude. On en était ainsi, en octobre 1893, au nombre 389. — A quand la 400e ?

Enfin, la division de l'Annuaire qui a pour objet le Système solaire se termine par la description et le tableau des éléments des comètes parues dans le cours de l'année 1892. Le même travail concernant les comètes des années précédentes ayant été mis à jour antérieurement, l'Annuaire n'a plus à s'occuper désormais que des comètes parues dans l'année antéprécédente.

En outre de ses observations sur le spectre des nébuleuses, et celui des comètes, signalées tout à l'heure, M. Cornu a ajouté, à la subdivision relative aux " Étoiles ", deux pages intéressantes sur le spectre de β de la Lyre, étoile variable, et sur les apparitions et disparitions successives de la nouvelle étoile observée dans la constellation du Cocher.

Le tableau des étoiles doubles a été enrichi, par M. Glassenapp, de sept nouveaux de ces astres.

Les " Tables de mortalité " forment un chapitre de l'Annuaire. On y a ajouté, pour 1894, la table de la Caisse nationale des retraites de la vieillesse, d'après la mortalité des rentiers entrés en jouissance et des déposants à capital réservé, et celle des pensionnaires civils de l'État d'après les faits observés jusqu'au 31 décembre 1877.

Pas de changements encore aux deux cartes magnétiques de la France (Déclinaison et inclinaison; — Méridiens magnétiques et composantes horizontales) de M. Moureaux. Mais ce savant nous annonce le prochain achèvement de la minutieuse revision de ces cartes commencée en 1888, ce qui permettra de donner, en 1895, de nouvelles cartes, établies d'après des observations très détaillées faites sur plus de 600 points. A en juger par le spécimen de cette revision fourni dès 1891, concernant la

région comprise entre Laon, Nevers, Laval, Caen et la Manche, ces nouvelles cartes présenteront sans doute des courbes fort compliquées : leur intérêt n'en sera que plus grand.

Nous terminerons l'énumération des matières ajoutées dans l'Annuaire pour 1894, en signalant deux pages fort importantes dues à M. Cornu et jointes aux " Tableaux relatifs à l'électricité, „ sous ces rubriques : *Vitesse de l'électricité* et *Électro-optique*. Il s'agit des faits d'observation qui tendent de plus en plus à prouver que l'électricité et la lumière sont des agents de même nature, ayant le même mécanisme, la même vitesse de propagation, ayant tous deux également leur siège dans l'éther. Et cependant il s'en faut grandement que la vitesse de transmission télégraphique égale celle de la lumière : mais il y a là à tenir compte d'un ensemble de conditions très complexes : phénomènes électrostatiques se combinant à ceux de courants continus, nature du métal et diamètre de section des fils conducteurs, nature du milieu ambiant. Cependant on parvient à se rendre un compte exact du degré d'action de tous ces éléments perturbateurs et à s'en servir pratiquement. De plus M. Blondlot est parvenu, à l'aide d'un dispositif très ingénieux, à mesurer la vitesse d'une décharge électrique et à la trouver de 298 000 kilomètres, ce qui est, à 1/150e près, la vitesse de la lumière elle-même.

II. NOTICES.

Trois notices proprement dites sous la désignation des lettres A, B, C, et six discours répartis entre D et E, tel est le bilan de cette seconde partie de l'Annuaire. Indiquons rapidement le sujet de chacun de ces morceaux.

A. — Dans la première notice, intitulée *La lumière et l'électricité d'après Maxwell et Hertz*, M. Poincaré, l'illustre mathématicien, membre de l'Institut, expose comment le physicien allemand Hertz, par ses belles expériences, tend à démontrer expérimentalement les théories de Maxwell en matière d'électrodynamique et d'électrostatique : contrairement aux vues anciennes, les diélectriques *(alias :* corps isolants) ne sont pas inertes, n'opposent pas au passage de l'électricité une résistance plus grande que les corps bons conducteurs, mais leur opposent une résistance *d'une autre nature*. De là deux catégories de courants : les uns " de déplacement „ qui traversent les diélectriques, les autres, courants ordinaires ou " de conduction „, qui circulent dans les conducteurs. Les premiers, ayant à surmonter une sorte

de résistance " élastique ", ne peuvent être ni continus à longue durée, ni sensiblement alternatifs à longue période, et deviennent au contraire observables si l'alternance en est très rapide.

Et ce serait là, d'après Maxwell, l'origine de la lumière, une onde lumineuse étant une suite de courants alternatifs qui se produisent dans les corps diélectriques, dans l'air et même dans le vide interplanétaire, en changeant de sens 10^{15} fois par seconde *(un quatrillon)*. Une induction énorme en résulte qui produit d'autres courants dans les parties voisines des diélectriques, " et c'est ainsi que les ondes lumineuses se propagent de proche en proche. "

Telle est, très sommairement indiquée, la théorie de Maxwell. Si séduisante, si probable même qu'elle fût, elle manquait de la sanction expérimentale. L'espace nous fait défaut pour expliquer ici, à la suite de M. Poincaré, comment, après vingt-cinq ans de recherches, l'*experimentum crucis*, comme aurait dit Newton, ou pour parler sans métaphore, la confirmation par une expérience péremptoire, a été réalisée, au moins en grande partie, par le physicien allemand Hertz (1), et accrue d'une manière notable par les travaux de M. Blondlot auxquels il a déjà été fait allusion un peu plus haut.

B. — M. le contre-amiral Fleuriais, successeur, au Bureau des longitudes, de feu l'amiral Mouchez, est l'auteur d'une notice sur *L'Origine et l'emploi de la boussole marine, appelée aujourd'hui* COMPAS.

Connue en France dès le XIIe siècle et probablement auparavant, en Italie au commencement du XIVe, la boussole nous est venue des Chinois, qui l'employaient déjà au IIe siècle, par l'intermédiaire des Arabes auxquels nous l'avons empruntée à l'occasion des croisades. Mais que de changements, que de perfectionnements apportés à cet instrument aujourd'hui si complet, depuis les premiers temps de son invention! Il consistait simplement d'abord en une tige d'acier aimanté, maintenue sur l'eau par un flotteur fixé en son milieu. Un grand progrès déjà fut réalisé quand l'aiguille, au lieu de surnager dans un vase plein

(1) Ces lignes étaient écrites quand nous est parvenue la nouvelle de la mort du savant physicien allemand, arrivée à Bône le 5 janvier courant. Quand on pense que Heinrich Hertz n'avait que 36 ans et que, dans une carrière si courte, il s'était signalé par des travaux de premier ordre qui avaient donné à son nom une notoriété universelle dans le monde savant, on ne peut s'empêcher de déplorer, dans une mort aussi prématurée, l'anéantissement des légitimes espérances que faisaient concevoir de si brillants débuts.

d'eau, fut rendue mobile en reposant en équilibre sur un pivot aigu serti à son centre de gravité. C'est Christophe Colomb qui, le premier, s'aperçut de la déviation de l'aiguille aimantée, en constatant à 200 lieues de l'Ile de Fer, le 13 septembre 1492, qu'elle s'écartait, de 5 à 6 degrés vers l'ouest, de l'Étoile polaire.

La première rose des vents indiquait seulement les quatre points cardinaux, bientôt accrus des quatre intercardinaux, puis, de l'une à l'autre de chacune de ces huit branches, de quatre nouvelles divisions appelées *quarts,* elles-mêmes divisées en *demies,* correspondant chacune à 1/32e de la circonférence ou 11° 15'. Peu à peu, on en est venu à entourer la rose des vents, ainsi étendue, d'une graduation de 0° à 90° par chaque quart de circonférence dans la direction du nord vers l'est et du sud vers l'ouest.

Il faudrait, pour donner une idée suffisante de la belle étude de M. l'amiral Fleuriais, entrer dans le détail de tout ce qui a été ajouté au principe même de la boussole pour en faire un instrument nautique parfait, n'étant influencé ni par le roulis et le tangage du navire, ni par les secousses qu'il peut éprouver, ni par la composition possible entre la force directrice et la pesanteur, ni par les aimants produits par le fer et l'acier entrant dans la construction du bâtiment, et cela tout en conservant une sensibilité pouvant aller jusqu'au demi-degré. Il faudrait décrire la rose des vents de sir W. Thomson, rendue légère au point de ne plus peser que 11 1/2 grammes au lieu de 150 à 250 grammes que pesaient les roses antérieures, et les autres perfectionnements, dus à l'illustre physicien anglais, qui font aujourd'hui de la boussole marine ou *compas* un instrument de précision affirmant la route d'un bâtiment avec une approximation plus grande que celle qui peut être maintenue avec le gouvernail.

C. — Mais nous sommes sollicité maintenant par un nouvel attrait, celui du compte rendu, par M. J. Janssen, de *Quatre jours d'observations au sommet du Mont-Blanc.*

On n'a pas oublié les péripéties de l'œuvre entreprise depuis plusieurs années et menée à bonne fin, cette fois, par l'illustre astronome : l'édification d'un observatoire permanent au sommet de la plus haute montagne de l'Europe occidentale, à 4810 mètres d'altitude. On pourra ainsi réaliser une foule d'observations astronomiques et météorologiques dans des conditions éminemment favorables, en raison de la pureté et de la raréfaction de l'atmosphère; mais tout d'abord il s'agissait de constater, d'une façon plus certaine et plus péremptoire, l'absence d'oxygène dans l'atmosphère du Soleil. Ceux de nos lecteurs auxquels est

familier l'usage de l'*Annuaire du Bureau des longitudes*, se souviennent sans doute que, dès 1888, le vénérable et courageux savant avait tenté avec succès une première ascension qui put être effectuée jusqu'à la station des *Grands-Mulets*, à une altitude déjà de plus de 3000 mètres, et cela au beau milieu du mois d'octobre, c'est-à-dire dans le plein hiver de ces parages inhospitaliers (1). Vingt-trois mois plus tard, en août 1890, nouvelle expédition qui, cette fois, permit d'atteindre au neigeux sommet où l'intrépide homme de science put faire de rapides observations confirmant celles de 1888 (2).

Mais des observations ainsi faites, sans installation préalable, sans abri, au milieu des neiges et des frimats, sous la menace incessante de tourmentes toujours possibles, observations, par suite, nécessairement très sommaires, ne suffisaient pas au zèle scientifique du vaillant astronome. Il conçut alors la pensée d'établir à cette hauteur inusitée un observatoire permanent; et l'exposé de ce projet et de sa justification fit l'objet de la Notice D, dans l'*Annuaire* de 1892 (3). On se mit à l'œuvre, et la Notice A de l'année suivante (4) donna le compte rendu des premiers travaux, des expériences préliminaires effectuées en vue de pouvoir opérer avec le moins d'*alea* possible en d'aussi difficiles conjonctures.

Dans un mémoire lu en séance publique des cinq Académies, le 25 octobre 1893, et qui n'est autre que notre Notice C, M. Janssen résume d'abord les travaux préalables que nous venons de rappeler. Puis, avec une verve vraiment poétique et en une langue où ses confrères de l'Académie française se fussent reconnus volontiers, il retrace les impressions qu'il a ressenties en contemplant les spectacles incomparables que la nature lui réservait à ces vertigineuses hauteurs; après quoi il décrit l'établissement, entièrement fondé sur la neige tassée, qu'on a pu, sous son habile et savante direction, construire en d'excellentes conditions pour l'habitation, l'observation et le travail, au sommet même de la célèbre montagne. Là, il a contrôlé et a vu se confirmer, avec plus de sûreté encore, dans cet air si raréfié, le résultat de ses analyses spectrales antérieures; il est maintenant permis d'affirmer, d'une manière que l'on peut

(1) Voir l'*Annuaire* de 1889, p. 724, et notre compte rendu dans la *Revue des questions scientifiques* d'avril 1889, p. 607.

(2) Voir l'*Annuaire* de 1891, aux Notices, p. A 1, et notre compte rendu, *loc. cit.*, liv. d'avril 1891, p. 611.

(3) Cf. *Revue des questions scientifiques* d'avril 1892, p. 579.

(4) *Ibid.*, janvier 1893, p. 279.

considérer sans doute comme définitive, nonobstant l'opinion contraire de M. Dunér, le savant directeur de l'observatoire d'Upsal (1), que les atmosphères de l'astre qui nous éclaire ne contiennent aucune trace d'oxygène.

Très importantes sont les conséquences de ce fait pour l'économie de notre système planétaire. En raison de cette absence d'oxygène, il n'est pas possible qu'il se forme jamais autour du Soleil une enveloppe nuageuse de vapeurs d'eau qui, absorbant sa chaleur et sa lumière, tarirait les sources de la vie sur la terre et les autres planètes, tandis que l'enveloppe coronale, toute formée d'hydrogène, ne protégerait plus, combinée à l'oxygène, l'astre-roi lui-même contre les atteintes du froid intersidéral. " C'est ainsi, conclut l'éminent astronome, que la science, à mesure qu'elle avance, nous révèle sans cesse des lois et des harmonies nouvelles dans la constitution de l'univers ", et, ajouterons-nous, témoigne de plus en plus de l'infinie sagesse du Créateur.

D. — Avec la lettre D nous entrons dans la série des discours. Les trois premiers ont été prononcés le 12 avril 1893, aux funérailles de l'amiral Pâris, membre de l'Institut et du Bureau des longitudes, un grand homme de mer, enlevé par une courte maladie, dans toute la plénitude de ses facultés, à l'âge de 87 ans.

M. Faye, au nom du Bureau des longitudes, a célébré, en quelques paroles émues, le dévouement de l'amiral aux œuvres scientifiques de ce groupe d'élite, et l'œuvre capitale de ses vieux jours, la reconstitution par plans, coupes et dessins, de tous les anciens modèles de navires aujourd'hui remplacés par les bâtiments à vapeur.

M. Bouquet de la Grye, un marin aussi (2), s'est étendu avec plus de développements sur la carrière maritime du défunt, qui avait débuté sous les ordres et la direction de Dumont d'Urville, sur ses travaux de mécanique appliqués à la navigation à vapeur, sur son habile direction du dépôt des cartes de la marine qui lui avait été confiée vers la fin de sa carrière active et qu'il conserva jusques après la Commune de 1871; enfin sur ses travaux comme conservateur du Musée de la Marine qu'il reçut réduit presque à rien et qu'il laisse " le plus beau et le plus riche du monde ".

Plus succinct, M. le contre-amiral Fleuriais s'est attaché principalement à retracer le rôle rempli par le défunt dans la trans-

(1) *Comptes rendus*, séance du 8 janvier 1894.
(2) Ingénieur hydrographe en chef de la marine, membre de l'Institut.

formation de la propulsion des navires, sur lesquels, à partir de 1855, la vapeur tendit à remplacer l'action du vent agissant sur les voiles.

C'est à M. Bouquet de la Grye que revient l'honneur d'avoir, dans ce concert d'éloges mérités, fait entendre la note spiritualiste, en terminant son discours par la mention de ce " monde meilleur „ dans lequel le regretté amiral aura " une place spéciale parmi ceux qui ont beaucoup travaillé et beaucoup souffert „.

E. — Deuxième série de discours, ceux-ci à l'occasion de l'inauguration de la statue de François Arago devant la terrasse de l'Observatoire à Paris. Au temps de véritable statuomanie que nous traversons, il serait à désirer qu'on ne coulât dans le bronze ou taillât dans le marbre l'effigie d'aucun personnage qui en fût moins digne que le savant illustre, l'initiateur fécond et le vulgarisateur incomparable que fut François Arago.

Déjà, le 21 septembre 1879, un hommage semblable avait été rendu à la mémoire du grand savant, à Perpignan, sa ville natale (1). Il convenait que l'Observatoire de Paris possédât, lui aussi, dans ses dépendances, la statue de l'illustre astronome qui, pendant presque un demi-siècle, l'a honoré de ses méditations, de ses travaux, de ses découvertes.

C'est le 11 juin dernier que la statue d'Arago, due au ciseau d'Oliva, a été inaugurée. Directeur de l'Observatoire et membre de l'Institut, M. l'astronome Tisserand a parlé au nom de l'établissement qu'il dirige et au nom du comité de souscription. Il a d'abord tracé en quelques mots l'historique de cette souscription. Puis il a insisté sur le rôle considérable qu'Arago a fait remplir par la physique en astronomie. Il s'est en effet beaucoup occupé de la surface du Soleil et des planètes, ainsi que des phénomènes qui s'y accomplissent, mesurant les diamètres de ces astres, expliquant la scintillation des étoiles en s'appuyant sur les découvertes de Fresnel. D'ailleurs il excitait, encourageait, patronnait au besoin les travaux des jeunes savants. Il s'immortalisait enfin, comme vulgarisateur et fin lettré, par ses cours d'astronomie populaire et ses admirables notices de l'*Annuaire* où l'on ne sait qu'admirer plus, de la science approfondie qu'elles révèlent, ou de la clarté et de la lucidité de ses exposés qui, résultat bien rare, les rendent accessibles même aux esprits peu familiarisés avec les sciences, pourvu qu'ils soient cultivés.

(1) Voir dans l'*Annuaire* de 1880, aux *Notices*, les discours de MM. Janssen, Mouchez et d'Abbadie. — Voir aussi la *Rev. des quest. scient.* d'avril 1880, p. 566 et suiv.

Parlant au nom de l'Académie des sciences dont il est membre, et du Bureau des longitudes dont il fait également partie, M. Cornu a retracé la brillante carrière de ce jeune savant, membre de l'Institut à 23 ans, à la suite d'une difficile et périlleuse mission scientifique aux îles Baléares, et devenant bientôt l'autorité dominante et incontestée au sein de ce cénacle d'autorités. Ses découvertes en physique expérimentale n'ont pas moins d'importance que ses travaux en astronomie. L'action magnétisante du courant voltaïque, le magnétisme de rotation, l'électro-aimant, point de départ des applications de l'électricité au télégraphe, au téléphone, au transport de la force, etc., comptent parmi les découvertes qu'il a faites ou auxquelles il a coopéré. Il n'a pas été moins fécond dans le domaine de l'optique, où on lui doit la découverte de la polarisation chromatique, celle des lois de l'interférence des rayons polarisés, les méthodes interférentielles et photométriques, germes féconds qu'il laissait à d'autres le soin de développer pour courir à de nouvelles explorations.

C'est à François Arago que la science est redevable de l'adoption de la belle théorie des ondulations lumineuses à laquelle est à jamais attaché le nom de Fresnel. Il accueillit le jeune savant, examina et apprécia ses expériences qui contredisaient la théorie newtonienne de l'émission, et enfin fournit l'idée, la méthode et prépara les moyens d'exécution de l'expérience décisive fondée sur la propagation de la lumière dans l'air et dans l'eau constituant ce que Newton appelait l'*experimentum crucis* en faveur de la théorie contraire à la sienne.

Le dernier discours est une œuvre posthume, trouvée dans les papiers de l'amiral Mouchez, mort en juin 1892, et qui, initiateur de la souscription ouverte pour l'érection de la statue d'Arago, avait préparé le discours qu'il eût prononcé à son inauguration. C'est à M. Tisserand, successeur de Mouchez comme Directeur de l'Observatoire de Paris, qu'est revenue la mission d'en donner lecture.

Dans ce discours sont relatés à peu près les mêmes faits que dans les deux précédents, mais sous d'autres aspects et à d'autres points de vue. Il en est d'ailleurs cité de nouveaux, tels que le fait de la publicité des séances de l'Académie des sciences due à Arago, ainsi que celui de la création des célèbres *Comptes rendus* qu'elle publie chaque semaine. Telles encore les instructions nautiques que les marins doivent à ce savant universel et qui ont si puissamment contribué au succès des longs voyages maritimes, sans parler d'appréciations sur la carrière politique d'Arago, que nous préférons ne pas aborder.

JEAN D'ESTIENNE.

REVUE

DES RECUEILS PÉRIODIQUES

SCIENCES INDUSTRIELLES.

INDUSTRIES ALIMENTAIRES.

Les applications des procédés de stérilisation sous l'action de la chaleur. — L'emploi de la chaleur comme moyen de conservation a pris, depuis Appert et Pasteur, une extension considérable. Jusque dans ces derniers temps, il était surtout appliqué aux matières solides et aux liquides en bouteilles ; mais aujourd'hui, grâce à l'introduction de nouveaux appareils, tels que celui de M. Kuhn, il s'est étendu aux grandes masses de liquides expédiables en tonneaux ou autres grands récipients. Indépendamment de la conservation proprement dite, les procédés de stérilisation reçoivent des applications variées dans différents ordres d'idées. Faisons-en une rapide revue.

Conservation et exportation de la bière. — Le procédé est perfectionné par l'adjonction, dans la bière stérilisée, d'acide carbonique liquide provenant de la fermentation de la bière. L'acide carbonique et, en général, les gaz dissous dans les boissons alimentaires y jouent, comme on sait, un rôle important au point de vue du goût : ils servent de véhicule pour transporter les principes volatils parfumés depuis le liquide jusqu'aux papilles nerveuses des organes du goût et de l'odorat.

Vieillissement de certaines bières. — Les ales et les stouts anglais, de même que les bières de coupage belges (faros, lambics, uytsets, etc.), n'acquièrent leur saveur et leur arome particuliers que par un vieillissement occasionnant : 1° l'oxydation des huiles essentielles végétales provenant du houblon ou de l'écorce de malt: 2° la formation d'éthers par la réaction des acides organiques sur l'alcool. Mais, en même temps que ces actions chimiques utiles et souvent avant elles, on voit se produire des modifications nuisibles sous l'influence des organismes vivants : *Mycoderma aceti,* ferment butyrique, levures sauvages, sarcines, torulas, ferments de la tourne et du filage, ferment lactique, etc. En stérilisant la bière dès qu'elle a atteint l'atténuation normale, on évite ces altérations sans entraver les actions chimiques du vieillissement.

Conservation et exportation des vins. — On peut obtenir une stérilisation absolue, en grand, sans la moindre altération de goût et de saveur.

Stérilisation préalable des moûts de vin, pour leur ensemencement ultérieur par des races de levures pures. — La stérilisation préalable est nécessaire pour empêcher que le travail de la levure pure ne soit masqué par celui de la levure locale, laquelle, étant acclimatée, présente toujours plus de vigueur que la levure pure. En cas de vins rouges, on stérilise et on met en fermentation avec la levure pure le moût débarrassé des pellicules, des rafles et des pépins. Ceux-ci sont mis à fermenter à part et le vin en provenant est ajouté ensuite à l'autre partie, pour donner à la masse la coloration, la teneur en tanin, etc.

Fabrication du champagne. — Le long séjour en caves et le dégorgeage dans le but d'éviter la formation de dépôts après expédition, peuvent être remplacés avantageusement par une stérilisation rapide.

Conservation et exportation des cidres. — Les ferments qui décomposent et altèrent le cidre sont détruits par la stérilisation, sans que le produit subisse d'ailleurs aucune altération.

Stérilisation préalable des moûts de distillerie pour leur ensemencement ultérieur par une race de levure donnant de l'alcool pur. — Les levures industrielles employées en distillerie contiennent, à côté des races de levure donnant de l'alcool pur, des levures qui élaborent les homologues de l'alcool impropres à la consommation, d'où la nécessité de la rectification pour isoler

l'alcool pur. On fabrique cependant aujourd'hui des levains de distillerie composés exclusivement des races de levure donnant de l'alcool pur. Si on stérilisait les jus sucrés ou les moûts avant la mise en fermentation avec ces levains, on obtiendrait des produits exempts d'alcools homologues, ne contenant plus que des impuretés d'origine chimique; et l'opération de la rectification se trouverait, de ce chef, réduite et simplifiée notablement.

Conservation et exportation du lait. — Le meilleur procédé de conservation du lait est celui qui consiste à chauffer très rapidement à un degré suffisamment élevé pour produire l'effet utile de destruction des germes, puis à le refroidir vivement, afin de ne pas l'exposer inutilement aux températures intermédiaires nuisibles, qui lui font prendre un goût de cuisson, lorsqu'il y reste soumis un certain temps.

Stérilisation des eaux potables. — Pour ne pas modifier la saveur de l'eau potable, il faut que la stérilisation ait lieu en vase clos.

Stérilisation des extraits liquides de viandes, des conserves de fruits, des sirops, des infusions de café, de thé, de cacao, etc. — Ces dernières applications ne sont pas des moins intéressantes. Plusieurs d'entre elles paraissent appelées à acquérir une réelle importance (1).

Industrie vinicole. — *L'obtention de vins par fermentation basse.* — On a pris du moût de raisin de Beaujolais; on l'a refroidi à 4° et on l'a ensemencé avec de la levure de vin acclimatée au froid par une série de quinze cultures dans un moût de vin froid stérilisé. La fermentation a été plus longue que celle des vins placés dans les conditions normales; mais elle a marché d'une façon régulière et elle a été complète. Le vin obtenu possédait un bouquet plus fin, plus agréable que celui du vin ordinaire. Il avait gardé tout son arome et il ne s'était pas formé de produits éthérés de nature à modifier ou à cacher ses propriétés particulières, comme il arrive pour le vin d'Algérie (2).

Les vins mannités. — La présence de mannite dans les vins d'Algérie ne semble pas devoir, comme on l'avait cru d'abord, être toujours considérée comme l'indice d'une falsification par du vin de figues; elle peut également provenir d'une fermentation

(1) *Le Génie civil,* 30 septembre et 7 octobre 1893.
(2) *Journal de pharmacie et de chimie,* 1er octobre 1893.

vicieuse. On a reconnu que des vins parfaitement naturels contiennent souvent plus de 8 grammes de mannite par litre, quantité considérée jusqu'ici comme un maximum.

On doit cependant se mettre en garde contre les vins mannités, parce qu'ils s'altèrent inévitablemeut et qu'ils introduisent dans les coupages des germes qui nuisent à leur conservation (1).

Le plâtrage des vins de liqueur. — La disposition de la loi française limitant à 2 grammes de sulfate par litre la tolérance relative au plâtrage, visait surtout les vins rouges ordinaires du Midi; mais elle atteint aussi les vins de liqueur.

Pour les vins de l'espèce obtenus par le mutage à l'alcool, c'est-à-dire en versant de l'alcool sur les raisins, par exemple pour le muscat, le plâtrage est inutile.

On ne plâtre pas non plus le Malaga. Mais comme, au cours de la préparation de ce vin, le moût est concentré à la chaudière, le produit peut contenir naturellement une proportion de sulfate dépassant la tolérance.

D'autres vins obtenus par fermentation, notamment le Madère et le Xérès, sont généralement additionnés d'une petite quantité de plâtre, au moment de la vendange, pour faciliter la vinification et le développement du bouquet. Certains vins de liqueur authentiques contiennent jusque 4 grammes, 6 grammes et plus de sulfate de potasse par litre ; et ils en contiennent d'autant plus qu'ils sont plus vieux, les vins se concentrant au fur et à mesure qu'ils vieillissent.

Il faut noter, d'ailleurs, que les vins de liqueur se consomment en quantité moindre que les vins ordinaires.

Se basant sur ces considérations, on a proposé de porter la limite du plâtrage pour les vins de liqueur à 4 grammes ou même à 6 grammes par litre (2).

Le vieillissement des vins. — D'après M. Duclaux, les principaux phénomènes chimiques qui caractérisent le vieillissement des vins sont, outre la réaction de l'alcool sur les acides et la production d'éthers influençant le bouquet, l'oxydation de la matière colorante, ainsi que la formation d'aldéhyde, d'acide formique, etc., toujours sous l'action de l'oxygène, aux dépens de la glycérine, de l'acide tartrique et de l'alcool (3).

(1) *Journal de pharmacie et de chimie,* 1er août 1893.
(2) *Le Mercure scientifique,* septembre 1893.
(3) *Annales de l'Institut Pasteur,* 25 juillet 1893.

Fabrication des eaux-de-vie et de l'alcool. — Une des préoccupations principales du distillateur doit être l'obtention de produits présentant un degré de pureté suffisant.

On peut obtenir déjà un flegme relativement pur en préparant convenablement les moûts, en les ensemençant de bonne levure, en recourant à l'emploi du froid et des antiseptiques, notamment de l'acide fluorhydrique et des fluorures (1).

M. Lindet a pratiqué récemment des expériences relatives à l'influence de l'acidité des moûts sur la composition des flegmes. En voici les résultats :

	PAR LITRE D'ALCOOL ABSOLU					
	Alcools supérieurs	Alcool amylique	Aldéhyde	Acides	Ethers	Bases
1. Flegme de grains :						
a) Avec addition d'acide sulfurique (1,5 gr. par litre).	6cc41	„	Très peu	„	„	„
b) Sans addition	4cc52	„	Id.	„	„	„
2. Flegme de pomme de terre :						
a) Avec addition d'acide fluorhydrique	2cc05	1cc43	Id.	0gr780	0gr430	0gr107
b) Sans addition	1 65	1cc00	Id.	1gr370	0gr470	0gr127

Les moûts avaient été ensemencés au moyen de levures industrielles, contenant du ferment lactique.

Ceux qui avaient été prémunis contre la pullulation des ferments lactique et butyrique par addition d'un acide minéral, ont donc donné des flegmes contenant plus d'alcools supérieurs que les moûts dans lesquels ces ferments s'étaient librement développés. Il semble que les micro-organismes producteurs des alcools supérieurs puissent vivre en présence d'une acidité relativement faible, celle qui, par exemple, est déterminée par l'addition d'un acide minéral, et qu'ils soient, au contraire, étouffés par l'acidité exagérée due à l'acide lactique qui se forme abondamment à la fin de la fermentation, au moment même où, comme on le sait, les alcools supérieurs tendent à se former.

En revanche, les flegmes provenant de moûts acidulés dès le début de la fermentation contiennent une proportion moins forte de bases, d'acides volatils et d'éthers; ils doivent être considérés comme de meilleure qualité. Il est, en effet, relativement aisé d'éliminer les alcools supérieurs par la rectification ; l'élimination des bases, des acides et surtout des éthers présente de plus grandes difficultés.

(1) *Revue universelle de la distillerie*, 5-12 novembre 1893.

La quantité d'aldéhyde a été sensiblement la même et très faible dans les deux cas (1).

Suivant M. Roeser, dans toute fermentation alcoolique, il y a production d'aldéhyde. La quantité produite dépend de la nature de la levure et du liquide fermentescible, ainsi que de l'abondance de l'air en contact (2).

Il résulte d'expériences pratiquées en Russie que l'emploi de l'acide fluorhydrique en distillerie offre, entre autres avantages, celui de permettre d'obtenir plus de régularité dans le travail et d'utiliser des matières premières avariées (3).

Beaucoup de distillateurs épurent aujourd'hui leurs flegmes avant de procéder à la rectification.

M. Villon recommande, à cet effet, les procédés ci-après :

Ajouter aux flegmes, 24 heures avant la rectification, 100 à 500 gr. de bioxyde de sodium par hectolitre de liquide.

Laisser en contact, avec le liquide alcoolique à bouillir, de l'oxygène sous pression et à une température variant avec le résultat à obtenir (4).

On sait que les eaux-de-vie s'améliorent par le vieillissement en fûts : elles acquièrent une saveur douce et moelleuse, un bouquet délicat.

M. Allen a exécuté, à ce sujet, d'intéressantes expériences sur le whisky. Il a constaté d'abord que le bois, et particulièrement le bois de chêne, absorbe l'huile de fusel d'une manière très remarquable. Il a soumis ensuite des vieux fûts de whisky à l'action de la vapeur et procédé à la distillation fractionnée du liquide résultant de cette opération. Il en a séparé des produits de tête contenant 1,2 p. c. d'éther acétique et une proportion également notable d'aldéhyde. Or le whisky ordinaire ne contient guère que 0.084 p. c. d'éther acétique. Cela prouve qu'il se produit de l'oxydation et de l'éthérification dans le fût. Quant aux produits de queue, ils contenaient beaucoup d'alcool amylique et de furfurol. L'alcool amylique s'y trouvait dans la proportion de 1,29 p. c. (5).

Ajoutons que, par un séjour prolongé dans les fûts, certaines impuretés, subissant l'oxydation, se résinifient et se déposent.

Mais le vieillissement naturel des eaux-de-vie immobilise un

(1) *Journal de pharmacie et de chimie*, 15 septembre 1893.
(2) *Revue universelle de la distillerie*, 23-30 juillet 1893.
(3) *Le Génie civil*, 28 octobre 1893.
(4) *Journal de pharmacie et de chimie*, 1er octobre 1893.
(5) *Revue universelle de la distillerie*, 5-12 novembre 1893.

gros capital pendant plusieurs années et occasionne beaucoup de déchet. De plus, l'alcool diminue sensiblement de titre : la perte d'alcool, en 5 à 10 ans, n'est pas de moins de 10 à 12 p. c.

De là les essais de vieillissement artificiel des eaux-de-vie.

L'emploi de l'ozone est efficace, mais il nécessite une installation coûteuse et délicate; en outre, il entraîne la destruction de certains produits qui contribuent à donner du goût, du velouté et de la valeur aux eaux-de-vie.

La pulvérisation de l'alcool dans une atmosphère d'oxygène améliore le produit, mais ne détruit pas entièrement les principes âcres.

L'action de l'oxygène complétée par celle de la chaleur et celle de la pression, d'après le système de M. Villon, produit, paraît-il, les meilleurs résultats. L'alcool est chauffé à 75° et mis en contact avec l'oxygène sous une pression de 5 à 6 atmosphères, pendant 12 heures, en agitant de temps en temps; puis on le laisse pendant 12 heures encore sous pression, en supprimant le chauffage ; enfin on soutire et on laisse le produit dans des fûts pendant une semaine. On recommence le même traitement une, deux ou trois fois, et on a de l'eau-de-vie vieille, de plus en plus fine. Pour obtenir de " fins bois ", on opère en présence de copeaux de bois de chêne du Nord (1).

Un rapport présenté, dans le courant de l'été dernier, à la Chambre des députés française, contient les résultats de l'analyse d'échantillons d'eau-de-vie ordinaire, de cognacs, etc. prélevés à Paris dans les débits. Certains produits étaient additionnés de matières âcres, de méthylène; ils avaient été préparés avec de l'alcool contenant une proportion de fusels, aldéhyde, furfurol, etc., considérée comme inacceptable pour des alcools destinés à être transformés en boissons. Dans quelques-uns, la proportion d'alcools supérieurs atteignait presque 3 p. c.; d'autres se trouvaient, d'après l'essai Barbet, à la limite des alcools impropres à la consommation. Suivant le rapporteur, l'industrie privée n'a pas intérêt à livrer de l'alcool pur, parce que le consommateur recherche l'alcool bon marché, la liqueur un peu " raide ", et que, de plus, la rectification, pour être efficace, doit se pratiquer en grand, c'est-à-dire à l'aide d'appareils que peuvent avoir un très petit nombre de distillateurs. Il faut noter, d'autre part, que les eaux-de-vie naturelles ne pourraient être rectifiées entièrement sans perdre leur bouquet (2).

(1) *Le Génie civil*, 9 septembre 1893.
(2) *Ibid*, 29 juillet 1893.

Utilisation du gaz acide carbonique produit par la fermentation. — Il a été fondé à Londres une société pour recueillir le gaz qui s'échappe des cuves à fermentation, le liquéfier et le vendre. Des brevets ont été pris à cet effet dans la plupart des pays.

Le procédé a déjà été appliqué avec succès dans plusieurs brasseries et distilleries anglaises.

Le gaz liquéfié ainsi obtenu est très apprécié pour la fabrication des soda-waters, dans la boulangerie, etc. (1).

La levure pressée. — Les levures du commerce sont généralement mélangées avec une certaine quantité d'amidon, dans le but de leur enlever l'excès d'eau qu'elles contiennent et de leur donner une consistance plus ferme.

La proportion d'amidon ajoutée varie de 20 à 45 p. c.

M. Maljean, pharmacien-major de l'armée française, est d'avis que les levures pressées peuvent s'obtenir aussi facilement et qu'elles se conservent aussi bien à l'état pur que sous forme de mélange. Il propose d'interdire complètement l'addition aux levures pressées de toute substance inerte quelconque, cette addition étant inutile au travail de la panification et de nature même à en compromettre les résultats (2).

J.-B. André.

ETHNOGRAPHIE ET LINGUISTIQUE.

Les races humaines de l'Europe et la question aryenne. — Nous lisons dans *L'Anthropologie* (3) un compte rendu assez écourté d'une communication faite sur ce sujet par M. le professeur Kollmann au Congrès tenu à Moscou en 1892. Si le compte rendu est exact, nous y trouvons la douloureuse constatation de l'impuissance de l'anthropologie anatomique pour résoudre la question aryenne. Qu'en pensera M. Penka? M. Kollmann constate, en effet, que les recherches anthropométriques de

(1) *Revue universelle de la distillerie*, 5-12 février 1893.
(2) *Journal de pharmacie et de chimie*, 15 octobre 1893.
(3) T. IV, p. 43.

M. Risley ont accusé, parmi les populations de l'Inde, la présence de trois types principaux, dont aucun ne peut prétendre à représenter le prototype réel des races européennes. En outre M. Kollmann remarque fort justement que l'on n'a pas encore défini le type aryen. Nous nous demanderons s'il y en eut jamais. Il y eut un peuple parlant aryen; mais, en se propageant, il se modifia lui-même et il porta au loin sa langue et sa civilisation, mais non pas un type spécial.

Dans une étude sur le livre de M. Salomon Reinach (1), M. de Lapouge rétablit judicieusement les termes de la question souvent si mal posée de l'origine et du berceau des Aryas (2). Partant de la donnée qui semble solidement établie par M. Reinach, " que le nom d'Aryens est historiquement applicable aux seuls Indo-Iraniens, „ M. de Lapouge propose une entente pour adopter strictement la terminologie suivante : Aryens, les Indo-Iraniens primitifs; langues aryennes, institutions aryennes, les langues et les institutions de ces peuples et de leurs descendants immédiats; Indo-Européens, les peuples de composition quelconque qui font ou ont fait usage de ces langues et de ces institutions.

Tout le monde souscrira à cette proposition. Pourtant nous ne pensons pas, comme M. de Lapouge, qu'il suffise de rétablir la terminologie pour faire cesser ce qu'il appelle la " logomachie „ du problème aryen. Quoi qu'il en dise, on continuera à demander les preuves de la thèse, que M. de Lapouge formule à la fin de son compte rendu à peu près dans les termes suivants : 1° Le type dolichocéphale blanc *(H. europaeus L.)* s'est développé au N.-O. de l'Europe à la fin des temps quaternaires. 2° Les langues et les institutions indo-européennes se sont formées quelque part en Europe sous l'action du génie de la race blanche. 2° Les langues et les institutions indo-européennes ont été implantées dans les deux tiers de l'Europe par les peuples qui en faisaient usage. Une de ces tribus indo-européennes a passé par la Caspienne en Bactriane, et de là a porté les idiomes et les usages indo-européens jusque dans l'Inde.

Sur quelles preuves reposent ces assertions? M. de Lapouge nous dira que le berceau de la race dolicho-blonde doit se chercher dans " la région où le type ostéologique le plus voisin du type blond est trouvé soumis aux conditions cosmiques nécessaires pour le réduire à un état voisin de l'albinisme. „

(1) *L'Origine des Aryens*. Paris. 1892.
(2) *L'Anthropologie*, t. IV, pp. 379-81.

Or le type dolicho-blond se rattache aux races fossiles de l'Europe, et " les conditions nécessaires d'inactinisme et d'humidité permanente ne sont réalisées que dans la région voisine de la mer du Nord. „ Tout cela est bien contestable, comme M. Reinach l'a fait remarquer. Pour prouver la seconde proposition, M. de Lapouge affirme qu'il n'y a pas de peuple où le type dolicho-blond domine qui fasse usage de langues ou d'institutions non-aryennes, " tandis que les peuples où il ne domine pas font en partie usage de langues ou d'institutions d'un autre groupe. „ Il ne serait pas malaisé de citer des exemples qui confirment très peu cette double règle. Les blancs allophyles de la Syrie sont bien des Sémites par la langue et les mœurs; les Galtchas bruns de l'Hindou-Kousch sont bien Aryens par l'idiome et par leurs coutumes.

Pour avoir distingué les Aryens et les Indo-Européens, distinction à laquelle nous souscrivons volontiers, M. de Lapouge n'a pas fait avancer la question.

Les Pygmées. — Depuis l'apparition du livre de M. de Quatrefages (1), les ethnographes ont eu l'attention attirée sur les populations naines, et l'on signale de temps en temps de nouvelles découvertes de pygmées.

M. Haliburton a constaté leur existence dans l'Atlas et dans les Pyrénées (2). Cette découverte a été contestée par M. Stuart-Glennie, qui pense que les races naines de M. Haliburton sont, sans doute, certains goitreux de petite taille (3). M. Haliburton a maintenu ses assertions (4) et fourni les références sur la foi desquelles il avait cru pouvoir affirmer l'existence des pygmees de l'Atlas et des Pyrénées. Il ne faut pas, croyons-nous, mettre en doute la bonne foi de ces informations; mais elles semblent avoir besoin d'un complément d'investigations. C'est ce que M. Stuart-Glennie a fait remarquer dans sa réplique (5). Il n'est pas démontré que les nains du Wad Draa soient de véritables pygmées de race : ce sont peut-être des individus déprimés par de fâcheuses conditions d'existence. Mais M. Haliburton ne s'est pas tenu pour battu, et il a produit de nouvelles autorités (6).

(1) *Les Pygmées*. Paris, 1887. Cfr Rev. des quest. scient., t. XXII, p. 584.
(2) *Asiatic Quarterly*, n° de juillet 1893.
(3) *The Academy*, 22 juillet 1893, pp. 75, 76.
(4) *Ibid.*, 5 août, p. 114.
(5) *Ibid.*, 12 août, pp. 133, 134.
(6) *Ibid.*, 19 août, p. 154.

Si leur témoignage est exact, il n'est pas possible de nier que les pygmées décrits par M. Budgett Meakin offrent tous les caractères de ceux découverts par Schweinfurth au centre de l'Afrique. Quoi qu'il en soit, la controverse de MM. Haliburton et Stuart-Glennie aura fixé l'attention des explorateurs, et il y a lieu d'espérer que ce point si intéressant sera un jour complètement élucidé.

A propos des pygmées qui se rencontreraient dans les Pyrénées et que M. Stuart-Glennie a pris pour des crétins, M. David Mac Ritchie a émis une idée originale (1). Il s'est demandé si les crétins ne représentaient pas un cas d'atavisme. De même que l'on a vu un enfant nègre naître dans une famille qui avait perdu le souvenir de son origine mélangée, de même le crétin serait un descendant d'une ancienne race de pygmées.

La race des Ibères. — M. Lajard a essayé de démontrer la parenté anthropologique des habitants actuels des îles Canaries, des Guanches, des insulaires des Açores et des Portugais modernes avec la race de Cro-Magnon (2). Voilà quelle serait la solution du problème ethnographique des Ibères. Il reste à savoir quelle marche les Ibères suivirent dans leurs migrations. Se dirigèrent-ils du sud au nord, ou du nord au sud? MM. Verneau et Lajard se prononcent pour la seconde hypothèse. Quoi qu'il en soit, les données anthropométriques fournies par M. Lajard n'autorisent en aucune façon pareille conclusion, comme le fait justement remarquer M. Buschan (3).

Les Huzules. — On a beaucoup disserté sur le véritable caractère ethnographique de ce peuple, qui habite les pentes septentrionales des Carpathes dans les deux provinces autrichiennes de Galicie et de Bukowine. Les recensements officiels les classent comme Ruthènes, Parmi les savants, quelques-uns y voient les descendants slavisés des Scythes, des Goths, des Cumanes et des Mogols, d'autres en font un mélange de Roumains et de Ruthènes. On ne saurait reconnaître dans les Huzules une race pure, et l'histoire dit, à elle seule, que le reflux des peuples dans cette partie de l'Europe centrale a dû mêler singulièrement les différentes populations.

(1) *The Academy*, 26 août, p. 174.
(2) *Bulletin de la Soc. d'anthrop. de Paris*, 1892, pp. 294-330.
(3) *Das Ausland*, 1893, n° 22, pp. 342-4.

M. Kaindl croit pourtant que le fonds principal de la tribu des Huzules est exclusivement slave (1). La langue l'atteste; elle a les plus grandes affinités avec le ruthène. Sans doute, il y a des éléments étrangers, surtout du roumain; mais le caractère d'emprunt de ces éléments demeure toujours très reconnaissable. Dans la suite de l'article que nous signalons, M. Kaindl décrit les mœurs et les conditions de vie de ces pasteurs des Carpathes. Nous aurions été plus curieux de savoir quelque chose sur l'origine et les migrations des Huzules. Peut-être trouverons-nous ces détails dans le grand ouvrage sur ce peuple que M. Kaindl a entrepris avec l'aide de la Société d'anthropologie de Vienne.

Les anciens Thraces. — M. Tomaschek a publié récemment une longue étude sur les populations anciennes de l'Hémus (1). Ce n'est pas la première fois que le savant professeur de l'Université de Vienne aborde ce sujet (2), et nous avons eu fréquemment à le citer dans notre étude sur les populations danubiennes (3).

Après une introduction, dans laquelle il s'efforce d'établir que les Thraces étaient primitivement établis en Europe, et que les Phrygiens, les Teucriens et les Mysiens, qui leur étaient apparentés, ont passé d'Europe en Asie, M. Tomaschek étudie successivement les différents groupes de populations thraces : 1° le groupe péonico-dardanien qui comprend les Teucriens, les Mysiens, les Pélagoniens, les Péoniens, les Agrianes, les Dardaniens, les Vénètes; 2° le groupe phrygio-mysien, où nous trouvons les Édoniens, les Mygdoniens, les Crestoniens, les Sithoniens, les Odomantes, les Bistons, les Xanthiens, les Sinthiens, les Apsinthiens, les Mysiens et les Artaciens. 3° Les Thraces proprement dits se divisent en deux groupes, celui du sud qui renferme les Trères, les Tralliens, les Bisaltiens, les Denthélètes, les Satres et les Besses, les Odryses, les Triballes, et celui du nord ou des Géto-Daces. Dans la conclusion de son article, M. Tomaschek jette un coup d'œil d'ensemble sur les Thraces, et les décrit au point de vue anthropologique, intellectuel, social et moral.

La méthode suivie par M. Tomaschek dans cette étude est

(1) *Das Ausland*, 1893, n° 2, pp. 17-21.
(2) *Sitzungsberichte der k. Akad. der Wissensch.*, t. CXXVIII, 1893.
(3) *Die Hämus-Halbinsel*, 1882.
(4) *Rev. des quest. scient.*, t. XVII-XX, années 1885 et 1886.

celle de ses précédents travaux. Attachant une grande importance à l'étymologie, il demande souvent au sens des noms de peuples le secret de leurs origines et de leur parenté ethnographique. Il a grand soin aussi de recueillir dans les vieux auteurs, dans les inscriptions et les gloses des commentateurs, tous les détails que ces sources peuvent fournir à ses recherches.

Le résultat le plus important des travaux de M. Tomaschek est la démonstration qu'il essaie d'établir que les Thraces d'Asie (Mysiens, Phrygiens, Teucriens, etc.) sont venus d'Europe. Ce n'est pas le lieu de discuter cette grave question. Nous n'avons pourtant rencontré dans les preuves de M. Tomaschek aucune raison d'abandonner l'opinion émise ici autrefois. A notre avis, les Thraces sont venus une première fois d'Asie en Europe; mais plus tard des migrations en sens inverse ont renvoyé un certain nombre de tribus thraces d'Europe en Asie.

Les Meglenites. — On appelle de ce nom une tribu de Koutzo-Valaques établie au sud du Danube. Leur principal établissement est Ljumnitsa, qui a 3000 habitants. Ils occupent en tout onze villages, contenant 1645 maisons et en chiffres ronds 14 000 âmes. Dans un compte rendu très étudié de l'ouvrage de M. Weigand (1), M. W. Morfill résume tout ce que l'on sait de cette tribu (2).

Les Meglenites se distinguent nettement des Zinzares ou Valaques de la Macédoine. Leur langue se rapproche du daco-roumain par la flexion et le vocabulaire, tandis que par la phonétique elle est apparentée davantage au macédo-roumain; il y a aussi des affinités marquées avec le dialecte de l'Istrie. Au point de vue historique, les Meglenites semblent être les descendants des Valaques, qui, après la chute du second empire bulgare (1186-1398), cherchèrent un refuge dans les montagnes du Pinde.

Les Afghans. — Parmi les travaux présentés au Congrès des orientalistes tenu à Londres en 1891, il faut signaler l'intéressant essai du Dr Bellew sur l'ethnographie de l'Afghanistan (3). Il y aurait une foule d'intéressants détails à glaner dans ce savant mémoire de plus de 200 pages. Mais il est impossible de suivre

(1) *Vlacho-Meglen, eine ethnographisch-philologische Untersuchung.*
(2) *The Academy*, July 1, 1893, pp. 15, 16.
(3) *An Inquiry into the Ethnography of Afghanistan.* Woking, 1891.

ci l'auteur dans la description qu'il présente des tribus si nombreuses de l'Afghanistan. Pour chacune d'elles, M. Bellew a rassemblé toutes les données historiques et ethnographiques qu'il a pu recueillir. Il a réussi à tracer la filiation d'un grand nombre de populations étrangères qui, dans toutes les parties de l'Asie, sont venues confluer dans les montagnes du sud de la Perse.

La vue la plus nouvelle et la plus inattendue qui se dégage des recherches de M. Bellew est l'origine latine du nom d'*Afghans*. Ce terme est relativement récent; il n'apparaît guère avant le VIIIe siècle de notre ère. Or nous savons que Strabon et Pline appellent *Albania* une région de l'Arménie, nommée aujourd'hui Daghestan, et qu'Hérodote désigne par le nom de *Paktyika*. Hérodote connaît une seconde *Paktyika* : c'est le pays des Afghans, qui, comme on le sait, s'appellent *Pushta*. Mais *Pushta* est la prononciation persane de *Pakth, Pukht, Pakhta, Puktha,* du nom national des Afghans. Tous ces termes ont le sens de montagne.

Paktyika est donc le " pays des montagnards ", et traduit en afghan les mots latin et turc d'*Albania* et de *Daghestan*. D'*Albania*, les Arméniens ont fait *Alwan, Alvan,* mot qui transcrit en caractères arméniens se lit *Aghvan* ou *Aghwan*. En passant dans les dialectes de l'est de l'Arménie, le mot a pu donner *Aoghan, Avghan, Afghan,* d'où le pluriel *Afaghinan* couramment en usage chez les écrivains arabes et musulmans.

Il y a dans ces déductions étymologiques une grosse hypothèse, celle du sens d'*Albania*. Nous n'avons trouvé aucune preuve dans la vieille langue latine pour donner à ce mot la signification de " pays de montagnards ".

M. Bellew a mieux établi comment les Afghans sont venus d'Arménie. Leurs migrations se rattachent à celles qui, sous la domination parthe, déversèrent en Afghanistan un certain nombre de populations de l'Asie mineure, comme les *Ludi* de Lydie et les *Bateni* de Bithynie.

Les castes de l'Inde. — Voici les conclusions d'un intéressant article de M. J. F. Hewitt (1) sur les recherches de M. Risley dans l'ethnographie du Bengale. Il n'est pas prouvé que les membres de chaque caste descendent d'un ancêtre com-

(1) *Journal of the Royal Asiatic Society of Great-Britain and Ireland*, April 1893, pp. 237-300.

mun; au contraire, les faits tendent à montrer que les castes sont formées d'éléments très hétérogènes à leur origine. L'histoire montre que le peuple de l'Inde fut d'abord exogamique avant d'être endogamique, et que c'est à une époque relativement récente qu'il attacha cette importance exagérée à la pureté de sa caste. A l'origine, la société hindoue était fondée sur l'union des villages avoisinants, cultivés par les tribus agricoles et forestières. Une règle formelle défendait aux hommes de devenir pères dans les limites de chaque village. Puis est venue l'immigration des Gonds touraniens, qui apporta une première restriction à la liberté ou plutôt au devoir de se marier en dehors de la tribu. Il fut défendu de contracter des unions avec ceux qui n'appartenaient pas à une tribu confédérée. Le délinquant quittait sa tribu et passait à la peuplade au sein de laquelle il avait choisi une épouse. Voilà comment l'endogamie s'introduisit peu à peu.

Avec les Koushites et les Aryens, les séparations furent classifiées, et pour leur donner un appui dans la tradition, on forgea l'histoire de la descendance mythologique des castes. M. Hewitt explique donc les castes et les apparentes anomalies de leur organisation en les replaçant dans leur cadre historique. Chacun des envahisseurs, Touraniens, Koushites, Aryens, se croyant supérieur aux races qu'il venait asservir, il s'élabora insensiblement une organisation nationale, où les distinctions demeurèrent nettement marquées.

Il est juste de remarquer que M. Risley, sur les travaux duquel M. Hewitt a formulé ses conclusions, a etudié seulement les coutumes des castes du Bengale. Mais on peut croire que l'enquête étendue au Pendjab, aux provinces du nord-ouest, à celles du centre, aux présidences de Bombay et de Madras, ainsi qu'à la Birmanie, viendra corroborer ces conclusions.

Les Hak-ka. — Cette population de la province de Canton avait été fort soigneusement décrite de 1867 à 1870 par M. le Dr Eitel dans une série d'articles publiés dans les *Notes and Queries* de Shanghai. Ces articles viennent d'être repris par M. G. Dumoutier (1). Nous en extrayons les détails les plus intéressants.

Les Hak-ka sont arrivés, probablement du Kiang-Si, dans la province de Canton, il y a quelques six cents ans. Ils semblent être arrivés en même temps qu'un autre peuple d'envahisseurs, les Hok-lo. En arrivant, ils trouvèrent établis dans la province

(1) *L'Anthropologie*, t. IV, 1893, pp. 129-181.

les Pun-ti, qui avaient, quelques siècles auparavant, expulsé les Miao-tse aborigènes. Aujourd'hui ce sont les Hak-ka, les Hok-lo et les Pun-ti qui, dans des proportions diverses, dominent dans les différentes parties de la province.

Par le type et par la langue, les Hak-ka sont une race essentiellement chinoise, complètement distincte des Tatares. La langue doit être considérée comme un rameau indépendant du langage primitif chinois, et la forme en quelque sorte stéréotypée de quelqu'une des phases variées par lesquelles ce langage s'est développé en passant du Pun-ti, qui paraît être la plus ancienne forme du langage primordial chinois, au *mandarin,* qui en représente actuellement la forme la plus récente.

Les Tagales. — En 1887, M. F. H. Pardo de Tavera copia à Manille, aux archives du couvent des Franciscains, un curieux manuscrit de Fray Juan de Plasencia sur les mœurs de ce peuple des Philippines. Il le publia l'an dernier (1), et M. Blumentritt vient d'en donner une traduction allemande (2).

Fray Juan de Plasencia, de l'ordre de Saint-Dominique, passa treize ans (1577-1590) au milieu des Tagales de Luçon, et il fut chargé par le gouverneur Don Santiago de Vera de lui présenter un rapport sur les mœurs de ce peuple. C'est ce travail qui voit le jour maintenant, grâce à MM. Pardo de Tavera et Blumentritt. Il mérite toute confiance et ses éditeurs nous le présentent comme une importante contribution à la science ethnographique.

Les Agni. — Sous ce nom, M. Maurice Delafosse désigne une grande famille africaine établie sur la Côte d'Ivoire (3), au sud des Mandingues, entre la républiqne de Liberia, à l'ouest, et la colonie anglaise de Cape Coast à l'est. Les Agni sont venus, il y a cent cinquante ans, des régions plus septentrionales du Sahoué et de l'Indénié. Toutefois, une grande partie de la population, qui occupait déjà le pays sous le nom d'Okin, était de la race des Agni. L'assimilation fut donc facile et rapide. Les Achantis et les Grébo furent refoulés à l'est et à l'ouest.

M. Maurice Delafosse, dans l'article que nous avons signalé, décrit successivement les caractères physiques, le costume, les armes, les habitations, l'alimentation des Agni. Puis il donne

(1) *Revista contemporanea.* Madrid, núm. 397, juin 1892.
(2) *Zeitschrift für Ethnologie,* 1893, pp. 1-21.
(3) *L'Anthropologie,* t. IV, pp. 402-445.

des détails sur leur agriculture, leur commerce, leur industrie, leur caractère moral, leur état physique et social, leur législation, leur religion. Les ethnographes et les anthropologistes trouveront là une foule de détails intéressants que nous ne pouvons relever ici.

Insistons davantage sur la question linguistique, que M. Delafosse traite très à fond. Voici les conclusions de cette étude. L'*agni* appartient au groupe des langues guinéennes, parmi lesquelles on connaît surtout le wolofe. On distingue plusieurs dialectes agni. Avec Clarke, contrairement à l'opinion de l'amiral Fleuriot de Langle, M. Delafosse pense que l'agni n'est point la mère de la langue achantie.

Les Bechuanas. — La *Revue d'Édimbourg*.(1) analyse dans un intéressant article les récents travaux qui ont paru en Angleterre sur ce peuple de l'Afrique australe (2).

Le Muchuana n'est ni un Nègre, ni un Hottentot. Il appartient à la famille des Cafres à laquelle appartiennent aussi les Basoutos et les Zoulous. La prononciation anglaise *Bequeanas* a fait croire que les Bechuanas étaient le peuple des crocodiles *(baquena)*. D'autres ont pensé que, *chuana* signifiant " noir „, cette tribu s'était donné ce nom pour se distinguer des Hottentots à coloration plus jaune. Mais M. Bent assure que, dans la langue de ces peuples, le terme n'a aucun sens déterminé.

Il est toujours intéressant de relever les traces suivies par les migrations africaines. Les Bechuanas attestent encore aujourd'hui qu'ils sont venus du nord-est par le fait que leurs chefs offrent les prémices de leurs champs aux Barotsés, leurs ancêtres du Transvaal. On a voulu trouver d'autres indices et reporter plus haut encore les premières origines des Bechuanas. Ils boivent de la bière, comme les anciens Égyptiens, et peut-être qu'il ne serait pas impossible de retrouver chez les Bechuanas des traces du culte des animaux si répandu dans l'Égypte ancienne.

Les Bechuanas ont l'idée de la divinité ; ils honorent un grand esprit *Morimo*. On retrouve aussi dans leurs croyances des traces de sabéisme. Ils célèbrent des fêtes et ont des cérémonies extérieures de culte.

(1) *The Edinburg Review*, April 1893, pp. 284-320.

(2) J. T. Bent, *The ruined Citie of Mashonaland*, London, 1892 ;— J. Mackenzie, *Bechuanaland and the Land of Ophir;* — C. Haynes, *Matabele Land* (ces deux travaux ont été communiqués à l'Association britannique) ; — C. R. Conde, *The Native Tribes of Bechuanaland*, etc., sc.

Les Esquimaux. — Les émouvantes explorations du Dr Fridtjof Nansen (1) ont ramené l'attention sur ces peuples de l'Amérique polaire. Du reste, le vaillant explorateur vient de leur consacrer un ouvrage développé (2), dont M. Archer a publié naguère une traduction anglaise. Toutefois, il s'y montre moins habile ethnographe qu'intrépide voyageur. M. Brown (3), en particulier, lui reproche de rejeter la théorie de Rink, qui voit dans les Esquimaux des indigènes de l'Alaska, émigrés à la fois dans le Groenland et en Sibérie, et d'admettre qu'ils sont une race asiatique qui a passé le détroit de Behring pour arriver dans le Groenland, en longeant les côtes de l'Amérique arctique. Néanmoins, M. Isaac Taylor a fait une curieuse observation à ce sujet (4). L'embarcation des Esquimaux porte le nom caractéristique de *kayak*. Pour M. Taylor, ce terme a une origine mogole. *Kay-ik* désigne la petite barque qui se balance sur les eaux du Bosphore, et l'esquif qui porte les Yakoutes des bords de la Lena jusqu'à l'océan Arctique. S'il n'y a pas là une assonance fortuite, on serait porté à conclure que les Esquimaux ont connu le mot *kayak* en Asie et l'ont porté jusqu'au Groenland. Nous nous demandons cependant si l'inverse n'a pas eu lieu et si, de l'Alaska, le *kayak* n'est pas venu par la Lena et le lac Baikal, par les Turcs Seldjoucides, jusqu'à Constantinople.

Les aborigènes de la Colombie. — Parmi les mémoires présentés en 1892 au IXe Congrès des Américanistes réunis à Huelva, nous devons signaler celui de Mme Soledad Acosta de Samper, intitulé : *Los Aborígenes que poblaban los territórios que hoy forman la república de Colombia en la época del descubrimiento de América* (5).

Mme Acosta décrit successivement les indigènes du département de Magdalena, de la province de Carthagène, de l'isthme de Panama, d'Antioquia, de Cauca, des plaines de Caqueta, Casanare et Saint-Martin, des départements de Tolima, Cundinamarca, Boyaca et Santander. Mettant à profit les récits des premiers Espagnols qui pénétrèrent en Amérique et les travaux plus critiques des ethnographes modernes, elle a essayé de don-

(1) Voir l'intéressant article de M. J. de la Vallée Poussin, *Revue des questions scientifiques*, t. XXXIII, p. 26.
(2) *Eskimo Life*. London, Longmans, 1693.
(3) *The Academy*, 4 novembre 1893, pp. 383-4.
(4) *Ibid.*, 4 novembre 1893, p. 417.
(5) Chartres, 1893.

ner une idée complète des anciennes races de la Colombie. Il ne nous est pas possible de résumer ici cet ensemble de menus détails. Ce mémoire est à étudier par ceux qui s'intéressent à l'Amérique précolombienne.

De ci de là, Mme Acosta risque quelques conjectures sur l'origine première de ces diverses populations, et elle n'est pas éloignée de croire que les Asiatiques, en particulier les Japonais, ont été les premiers habitants de l'Amérique centrale. Ces hypothèses n'offrent rien d'invraisemblable, mais il sera toujours difficile de leur donner un caractère de certitude ou même de haute probabilité. En particulier, les rapprochements linguistiques de Paravey et de Humboldt, rappelés par l'auteur, n'ont peut-être pas toute la valeur qu'elle leur attribue.

Les Yahgans. — Nous avons jadis entretenu nos lecteurs de cette population de l'archipel Magellanique (1). Dans le tome VII des documents scientifiques sur la mission française au cap Horn, M. le Dr P. Hyades, médecin principal de la marine, a consacré une étude détaillée et très complète aux Yahgans. Nous ne parlerons ici que de la partie ethnographique de ce travail, dont M. D. Pector a fait ressortir toute la portée (2).

Pour le Dr Hyades, les Yahgans constituent une race inférieure ; leurs facultés sont peu développées, il n'y a pas de trace de " sentiment religieux " quelconque. Sans doute, comme à d'autres voyageurs, des constatations ultérieures plus approfondies viendront donner tort à M. Hyades. Si la langue yahgane dénote un degré élevé de culture intellectuelle primitive, elle accuse d'autre part un état actuel de dégénérescence. Les recherches de M. Hyades tendent à rapprocher les Yahgans fuégiens des Botocudos du Brésil et d'autres tribus éparses dans les affluents droits de l'Amazone, dans le Chaco, en Bolivie, au Pérou, au Chili.

Les indigènes des îles Salomon. — Comme bon nombre des habitants des îles de l'océan Pacifique, les indigènes des îles Salomon décroissent dans une proportion effrayante. M. Hagen craint d'être en dessous de la vérité en évaluant cette décroissance à environ 3000 habitants par an. Il est donc urgent de fixer les caractères ethnologiques de ces populations, avant

(1) *Revue des questions scientifiques*, t. XVII, p. 585.
(2) *Internationales Archiv für Ethnographie*, t. V, 1892, pp. 215-21.

qu'elles aient complètement disparu. Voilà pourquoi nous signalons l'intéressante étude consacrée par M. Hagen aux indigènes des îles Salomon (1). Nous ne pouvons toutefois en donner ici qu'un court résumé.

On n'a pas constaté de type unique dans l'archipel des îles Salomon. Il y a des Papous, des Polynésiens et des Malais, ou du moins on reconnaît dans la population actuelle l'empreinte non équivoque de ces trois types humains. Quel était le peuple primitif, et quels sont les éléments étrangers ? Les Papous semblent constituer la couche fondamentale, puis sont venus les Polynésiens et les Malais, ou plutôt des Malayo-Polynésiens. Comme ils étaient moins nombreux, ces envahisseurs n'ont pas réussi à faire dominer leurs caractères physiques; néanmoins leur influence est nettement appréciable.

Ce n'est pas seulement dans la conformation corporelle des indigènes des îles Salomon que se constate l'influence simultanée des Papous, des Polynésiens et des Malais; on la retrouve dans les institutions, les mœurs et les usages.

Ces tribus enterrent leurs morts. Mais, pour les chefs, dès que la putréfaction est assez avancée, on enlève la tête qui est nettoyée, puis renfermée dans un morceau de bois sculpté et portée dans une case sacrée. La polygamie, l'anthropophagie et l'esclavage sont encore pratiqués par les indigènes. Les philologues ont rattaché le langage de ces îles à la branche papoue de la langue malayo-polynésienne.

J. G.

PHYSIOLOGIE ET ZOOLOGIE.

Phosphorescence chez les animaux. — Les animaux phosphorescents ont toujours eu le privilège de piquer la curiosité, et un naturaliste même ne passera pas dédaigneusement à côté du moindre ver luisant. Et il n'aurait pas tort, car il semble qu'il aurait encore quelque chose à apprendre, même relativement à ces insectes si communs. Qui de nous n'est habitué à considérer le mâle comme obscur et la femelle comme lumineuse? Erreur. Ni mâle, ni femelle n'ont la propriété d'émettre de la lumière.

(1) *L'Anthropologie*, t. IV, pp. 1-10, 192-216.

Cette faculté serait réservée aux seules larves. J'aime à croire que l'auteur de cette observation a pris soin de bien allumer sa lanterne. Il faut de bons yeux pour distinguer une larve d'avec une femelle.

La production de lumière par les animaux a pris un grand intérêt scientifique depuis les recherches de Langley et Véry, relatées ici-même (1) par un savant dont on ne peut trop regretter la perte, Gilbert, physicien aussi distingué que profond mathématicien.

L'équivalent mécanique de l'énergie lumineuse est très faible, et il semble qu'on devrait pouvoir produire de la lumière à peu de frais. Il n'en est rien. A quelque source que nous empruntions la lumière — électricité ou actions chimiques, — l'énergie dépensée est toujours assez grande. C'est que nous ne savons pas produire l'énergie-lumière sans produire l'énergie-chaleur, et ces deux phénomènes semblent tellement connexes que nous nous attendrions à être brûlés infailliblement, si on nous jetait dans une fournaise d'un éclat éblouissant.

Seuls, les êtres vivants phosphorescents émettent une lumière dénuée de chaleur sensible. Nous pouvons toucher impunément les points les plus lumineux d'un ver luisant, tandis qu'un fil incandescent produisant une lumière d'égale intensité nous brûlerait les doigts, car il aurait au moins 2000 degrés de chaleur.

Raphaël Dubois, professeur à la Faculté des sciences de Lyon, a eu l'occasion d'étudier la phosphorescence sur des êtres bien différents l'un de l'autre, sur des myriapodes et sur des microbes.

Dès 1888, Raphaël Blanchard et Gazagnaire avaient remarqué les propriétés lumineuses d'une espèce de géophile, l'*Orya barbarica,* existant aux environs d'Alger. Dubois (2) a tâché de se rendre compte du mécanisme du phénomène chez ce myriapode. L'organe phosphorescent est situé sous l'abdomen. Il est constitué microscopiquement par des cellules assez grandes, puisqu'elles peuvent atteindre un dixième de millimètre de diamètre. Chacune de ces cellules est une petite glande et sécrète un liquide chargé de nombreuses gouttelettes arrondies. Ces gouttelettes ne sont pas de la graisse et ne noircissent pas par

(1) *Études récentes sur la lumière et ses applications,* Rev. des quest. scient., XXX, 225.

(2) *Sur le mécanisme de la production de la lumière chez l'Orya barbarica d'Algérie,* Comptes rendus, CXVII, p. 184.

l'acide osmique. Elles sont constituées par une matière albuminoïde.

Tant qu'elles ne sont pas arrivées au contact de l'air, elles sont obscures. Mais sitôt qu'elles sont exposées à l'air, il se forme à leur intérieur un granule, point de départ d'une abondante cristallisation : phénomène analogue à ce qui se passe dans les liquides sursaturés, où la présence de la moindre poussière détermine le spectacle, toujours si admiré des étudiants, de la cristallisation immédiate de tout le liquide. Au moment même où apparaissent les cristaux, les gouttelettes commencent à resplendir des lueurs d'une vive phosphorescence.

Il eût été intéressant de connaître la nature de ces cristaux pour savoir si l'on pouvait établir un lien entre les observations de Dubois et celles faites autrefois par Bleinnemann.

Bleinnemann avait remarqué, dans les organes phosphorescents, des cellules hexagonales de deux espèces, les unes pâles et remplies d'une matière moléculaire très ténue, les autres renfermant des cristaux d'urate d'ammoniaque. Les organes phosphorescents étaient d'ailleurs abondamment pourvus de trachées. Ces trachées nombreuses semblent indiquer, comme dans les observations de Dubois, la nécessité du contact de l'air pour la production de la phosphorescence. Il y aurait donc là une oxydation très active, dont le résultat serait de transformer la matière moléculaire très ténue de Bleinnemann, c'est-à-dire les albuminoïdes de Dubois, en cristaux d'urate d'ammoniaque.

L'énergie développée par le phénomène chimique de l'oxydation serait donc la source de la phosphorescence. Mais on aurait ici une oxydation sans combustion sensible, si l'on prend le terme de combustion dans son acception ordinaire, d'oxydation avec production de chaleur. L'énergie chimique serait transformée directement en énergie lumineuse sans passer par le stade d'énergie calorifique.

L'*Orya barbarica* est phosphorescent par lui-même; les animaux peuvent acquérir cette propriété par l'invasion de microbes. Nous avons déjà eu l'occasion de signaler de petits crustacés, les talitres sauteurs, rendus phosphorescents, à leur grand dam, par la présence de nombreuses bactéries dans leurs muscles (1).

On sait que la viande de mouton, de bœuf, de cheval devient parfois phosphorescente. Dubois a constaté pour la première

(1) Rev. des quest. scient., XXX, p. 319.

fois le fait chez le lapin (1). Il a profité de l'occasion pour étudier de plus près le phénomène.

La phosphorescence se manifestait surtout au rable et à la face interne et externe des cuisses. Elle indique le bon état de la chair, car elle cesse avec la putréfaction.

Les microbes, producteurs de cette phosphorescence, ont reçu le nom suffisamment significatif de *Photobacterium sarcophilum*.

Dubois les a cultivés dans des tubes contenant de la gélatine viande peptone, à 3 p. c. de sel. Dans ses premières expériences, les tubes brillèrent fortement après vingt-quatre heures, mais s'éteignirent au moment où la gélatine entrait en liquéfaction par l'action des microbes.

Certaines de ces bactéries, qui émettent une lumière verte, peuvent par exception se développer dans un milieu acide. Toutefois l'exception est plus apparente que réelle. Ces bactéries sécrètent elles-mêmes une substance basique qui bleuit le papier rouge de tournesol. Grâce à cette substance, elles neutralisent l'acide autour d'elles et vivent en réalité dans un milieu neutre ou légèrement alcalin, comme les autres bactéries.

Dubois a pu conserver de ces tubes à gélatine, inoculés de microbes, pendant une année entière (2). Tant qu'on les conservait dans l'obscurité, ils étaient transparents et lumineux; exposés à la lumière, ils devenaient peu à peu opaques, prenaient une belle couleur jaune-orange et cessaient d'être lumineux. Replacés dans l'obscurité, ils reprenaient par degrés leur phosphorescence.

La température la plus favorable à la production de la lumière est de 12°.

Cytophagie. — Chaque cellule de l'organisme est un petit individu, exerçant son activité vitale aussi bien pour son propre compte que pour celui de l'ensemble auquel il appartient. Il n'est donc pas étonnant que chaque élément anatomique cherche à se nourrir, et que, semblable en ce point aux êtres unicellulaires indépendants, aux amibes par exemple, il s'incorpore les substances qu'il trouve à sa portée.

Mais il ne se contente pas toujours de débris d'organismes déjà morts. Une proie vivante, une autre cellule par conséquent, ne

(1) *Sur la production de la phosphoreseence de la viande par le* Photobacterium sarcophilum. BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ VAUDOISE DES SCIENCES NATURELLES, XXVII, pp. 251 et suiv.

(2) COMPTES REND. HEBDOM. DES SÉANCES DE LA SOC. DE BIOL., 17 févr. 1893.

leur déplaît pas. Et il se fait ainsi que dans le microcosme aussi bien que dans le macrocosme, les êtres vivants se mangent mutuellement : fait dans lequel, d'après certains vulgarisateurs, la Providence, entre ses autres attributs, fait principalement éclater sa bonté. Comme les animaux n'auraient pas trouvé tous de quoi vivre, s'ils s'étaient tous multipliés, la Providence a voulu leur épargner les douleurs poignantes de la faim en les faisant s'entre-dévorer. C'est agréable pour les mangeurs, mais qu'en pensent les mangés ?

Il y a donc des cellules se nourrissant d'autres cellules. *Phagocytes* d'après les uns, elles sont *cytophages* d'après les autres. Le second nom est évidemment mieux choisi, car il y a entre les deux termes toute la différence qui existe entre *cellules qui mangent* et *mangeurs de cellules*. Que les cellules mangeassent, c'était clair; mais qu'elles en mangeassent d'autres, voilà qui est intéressant et qui ne pouvait être démontré que par l'expérience.

Qu'une nourriture aussi substantielle procurât quelque avantage à la cellule cytophage, on n'en pouvait point douter. Mais on prétend aussi, et avec raison, croyons-nous, que cette voracité des cellules est également profitable à l'organisme entier. Elle servirait à débarrasser l'animal d'hôtes incommodes, et elle lui permettrait d'évacuer au dehors des produits de déchet tout à fait inutiles.

Élie Metschnikoff, d'Odessa, attira le premier (1) l'attention sur le rôle que peuvent jouer les leucocytes cytophages du sang dans la lutte de l'organisme contre les maladies parasitaires. Il a pu examiner le phénomène dans les conditions normales sur le vivant, ce qui supposait comme sujet d'observation un animal transparent. La fortune le servit à souhait. Les daphnies sont exposées à des maladies parasitaires, et autant la petitesse de ces *puces d'eau* offre peu de prise aux expériences artificielles, autant leur corps diaphane se prête facilement à l'observation spontanée.

Leurs parasites sont des champignons, bourgeonnant et produisant des spores à la manière des levures. L'individu adulte ou conidie est allongé et fusiforme.

Il est intéressant de suivre les péripéties de la lutte entre les parasites et les globules blancs du sang des daphnies. Les coni-

(1) *Ueber eine Sprosspilzkrankheit der Daphnien. Beitrage zur Lehre über den Kampf derPhagocyten gegen Krankheitserreger.* VIRCHOW'S ARCH., XCVI, pp. 177 et suiv.

dies, d'une façon ou d'une autre, s'introduisent dans la circulation; mais elles n'y sont pas de longtemps que plusieurs d'entre elles sont saisies au passage par les leucocytes. Ainsi absorbées, on les voit se modifier peu à peu, leurs contours deviennent moins nets sous l'action des sucs digestifs du globule blanc, et bientôt la diminution progressive de leur longueur peut servir à mesurer la voracité avec laquelle la cellule cytophage accomplit son œuvre de destruction.

Mais si les leucocytes sont avides de conidies, ils le sont davantage des spores, qui, jeunes encore, semblent un aliment plus capable d'exciter leur friandise. A peine sorties du bourgeon, les spores sont déjà incorporées par leurs ennemis qui mangent le fruit sur l'arbre, et il n'est pas rare de voir deux belles spores dans le protoplasme d'un leucocyte qui doit s'enfler et se travailler pour satisfaire ses appétits gloutons.

La daphnie ne sort pas toujours aussi heureusement du conflit. Tout va bien quand le nombre des conidies n'est pas trop considérable, mais si elles arrivent en masses puissantes, le spectacle change. Les leucocytes ne suffisent plus à la tâche, et le pauvre petit crustacé a beau sauter et gambader dans l'eau, il ne parvient pas à se débarrasser de ses moisissures.

Mais en est-il de chacun des leucocytes comme de l'animal entier? Souffre-t-il, lui aussi, de cette abondance de parasites et passe-t-il du rôle de mangeur à celui de mangé?

Koch l'a prétendu, au moins dans le cas où les attaquants sont des microbes. Quand la maladie parasitaire est intense, les leucocytes sont pleins de microbes, mais d'après ce que notre auteur prétend, ce n'est pas de bonne grâce qu'ils ont reçu cette multitude d'hôtes étrangers. Les microbes n'ont pas été absorbés spontanément, ce sont eux qui ont fait invasion dans le corps de la cellule pour faire de la cytophagie à leur profit. Sous leur action, la cellule périt et, perdant sa forme globulaire, s'étale sur le porte-objet comme une masse inerte de gelée.

Metschnikoff (1) a une plus haute idée de la vigueur des leucocytes. Koch, d'après lui, a opéré dans de mauvaises conditions. Si, dans l'expérience du savant allemand, les leucocytes ont perdu toute consistance, si leur corps devient diffluent, ce n'est point à cause de la présence des microbes; tout le mal est dû à l'eau distillée employée par Koch. Sous l'action de ce liquide,

(1) *Ueber die Beziehung der Phagocyten zu Milzbrandbacillen.* VIRCHOW'S ARCH., XCVII, pp. 502 et suiv.

qui, comme tous les micrographes le savent, est loin d'être inoffensif, la cellule se gonfle et éclate. De là la fausse interprétation adoptée par son adversaire. Quant à lui, il n'admet pas, sauf dans des cas tout à fait extraordinaires, que les globules blancs puissent être détruits par l'influence des microbes.

Au rapport de De Bruyne (1), les leucocytes du sang des mollusques sont aussi cytophages que leurs congénères des autres embranchements.

Ce n'est pas œuvre aisée de suivre les canaux sanguins dans les branchies des moules, des huîtres et des autres lamellibranches. Janssens (2) a repris ce travail dans ces derniers temps et a pu éclaircir plusieurs points restés obscurs après les observations de ses devanciers. En parcourant les belles figures de son mémoire, on peut voir, dans les canaux sanguins, des cellules affectant toutes les variétés de forme qui caractérisent l'état amiboïde. Ces cellules sont les leucocytes, les seuls globules qu'on trouve dans le sang de ces animaux, car il n'y a pas de globules colorés.

Les leucocytes quittent parfois les canaux pour se glisser au milieu des cellules environnantes et pénètrent ainsi jusqu'aux cellules épithéliales qui tapissent extérieurement les grandes lamelles branchiales.

Ces leucocytes, De Bruyne les a surpris en flagrant délit de cytophagie. Je dis *délit,* car au lieu de dévorer des parasites, ils se nourrissent aux dépens d'autres cellules de l'organisme lui-même. Arrivés au niveau des cellules épithéliales armées de cils, qui limitent le bord inférieur des branchies, au lieu d'écarter simplement ces cellules, ils les rongent, comme le témoignent les profondes échancrures du corps de leurs victimes. Poursuivant de proche en proche leur carnage, ils ne laissent bientôt plus entre eux et l'extérieur qu'un simple liseré ; celui-ci est dévoré à son tour, et la cellule migratrice devenue libre est emportée dans le courant perpétuel entretenu par les cils vibratiles de l'animal.

De Bruyne soupçonne cependant que les leucocytes ne sont pas de simples destructeurs. On les voit souvent chargés de boules hyalines ou colorées, et ces boules pourraient bien être les substances de déchet qu'elles absorbent en traversant les organes de Bojanus, servant d'appareils d'excrétion chez les

(1) *De la phagocytose observée, sur le vivant, dans les branchies des Mollusques lamellibranches.* Comptes rendus, CXVI, p. 65.

(2) *Les Branches des Acéphales.* La Cellule, IX, 1er fasc., pp. 1 et suiv.

lamellibranches. S'il en est ainsi, les globules migrateurs seraient de véritables dépurateurs du sang.

Werigo (1) a suivi très en détail tout le plan de campagne des leucocytes contre les corps étrangers, poussières colorantes ou bactéries, introduits dans le sang.

Dès qu'on injecte du carmin, par exemple, dans le liquide nourricier, on constate très peu de temps après une diminution très considérable des leucocytes. Ainsi, quinze minutes après l'injection, le nombre des leucocytes dans la circulation générale décroît dans la proportion de 100 à 19, et parfois la différence est encore plus marquée.

Les leucocytes ont-ils été détruits ? Non pas. Mais ils se sont accumulés dans le foie. A l'inspection microscopique, on trouve les petits vaisseaux hépatiques gorgés de leucocytes, et ceux-ci sont eux-mêmes tout farcis de carmin.

A ce moment se passe un phénomène très curieux. Les cellules endothéliales, qui tapissent la paroi interne des vaisseaux hépatiques, se gonflent, perdent leur forme caractéristique, envoient des prolongements le long des parois vasculaires, englobent à l'aide de ces prolongements les leucocytes qui sont à leur portée et les forcent à dégorger, à leur propre profit, les particules de carmin dont ils étaient chargés. Un transport de carmin se fait donc des leucocytes aux cellules endothéliales, et lorsque les globules blancs ont abandonné leur charge de particules colorantes, il semble qu'ils n'offrent plus d'attrait aux cellules des parois, car elles retirent alors les longs bras avec lesquels elles embrassaient les globules migrateurs du sang et les laissent s'échapper. Ceux-ci rentrent alors dans la circulation générale, et si la dose de matières injectées n'a pas été trop forte, si l'animal survit à l'opération, le sang revient sous le rapport du nombre des globules blancs à sa constitution primitive.

Le phénomène se complique si, au lieu de matières brutes comme le carmin, on introduit dans le sang des bactéries, vivantes ou mortes. Il y a, comme dans le cas du carmin, diminution initiale des leucocytes, mais, chose étrange, non seulement ils rentrent ensuite dans la circulation, mais leur nombre a singulièrement augmenté et dépasse notablement ce qu'il était au début. L'accroissement peut aller de 100 à 369. On dirait que les globules blancs ont amené avec eux un renfort de troupes fraîches pour s'opposer à un nouvel envahissement s'il venait à se produire.

(1) *Les Globules blancs comme protecteurs du sang.* ANNALES DE L'INSTITUT PASTEUR, 1892, pp. 478 et suiv.

Les leucocytes ne s'intéressent qu'aux particules solides. Si l'on injecte des liquides filtrés, on n'observe ni diminution initiale ni augmentation subséquente du nombre des globules blancs.

Dans les observations de Werigo, les leucocytes jouent le rôle d'intermédiaires entre les corps étrangers et certaines cellules de l'organisme. Il en va de même d'une espèce de globules blancs qu'on trouve dans le sang de la grenouille.

Dans le sang de la grenouille, il existe plusieurs espèces de globules blancs. Pour ne rien préjuger sur leur valeur fonctionnelle, Kanthack et Hardy (1), évitant le terme de leucocytes, leur donnent à toutes le nom de cellules errantes, nom qui rappelle la faculté qu'elles ont de passer du sang dans les tissus.

Les auteurs anglais distinguent trois espèces de cellules errantes. Les unes sont éosinophiles, c'est-à-dire se teignent en rouge par l'éosine, même quand elles sont soumises à l'action d'un mélange d'éosine et de bleu de méthyle. Les secondes, hyalines, ne manifestent de préférence pour aucune de ces deux substances colorantes. Les troisièmes sont avides de bleu de méthyle qui les teint en rose. Ces dernières sont en petit nombre dans le sang normal.

La grenouille est réfractaire au charbon, excepté, chose singulière, lorsqu'on la porte à une température élevée. Cette exception, constatée par Gibier (2), est mise par lui en parallèle avec les expériences de Pasteur sur les oiseaux.

Les poules, elles aussi, sont réfractaires au charbon. Pasteur avait conjecturé que la cause de cette immunité résidait dans la chaleur élevée propre aux oiseaux. Il réussit à baisser la température intérieure des poules, en maintenant leurs pattes et leur poitrine plongées dans l'eau froide, et, conformément à ses prévisions, les poules succombaient aux inoculations du *Bacillus anthracis*.

Les résultats obtenus par Gibier et Pasteur indiquent, dans l'idée des deux observateurs, qu'une température d'environ 37° est la plus favorable au développement du bacille du charbon. Peut-être pourrait-il y avoir une autre explication. Dans la lutte

(1) Kanthack and Hardy. *On the Characters and Behaviour of the Wandering (Migrating) Cells of the Frog, spec. in Relat. to Microorganisms.* PROCEED. OF THE ROY. SOC., LII, pp. 267 et suiv.

(2) *De l'aptitude communiquée aux animaux à sang froid à contracter le charbon par l'élévation de leur température.* COMPTES RENDUS, XCIV, p. 1605.

contre les microbes, l'état de l'organisme joue un grand rôle. Or, que l'on élève la température d'une grenouille ou qu'on abaisse celle d'une poule, on en arrive quand même à placer les deux animaux dans un état anormal, où ils perdent beaucoup de leurs avantages dans le combat pour l'existence. Aussi Gibier n'a-t-il réussi qu'avec des grenouilles déjà considérablement affaiblies. Les grenouilles normales étaient aussi vaillantes contre les microbes à 37° qu'aux températures inférieures.

Quoi qu'il en soit, Kanthack et Hardy n'opérèrent pas à ces températures élevées. Ils inoculèrent les bacilles aux températures ordinaires, et pour suivre encore de plus près le phénomène, ils suspendirent, dans une seconde série d'expériences, une goutte de lymphe à un porte-objet renversé sur la chambre humide du microscope, puis y introduisirent un certain nombre de bacilles. De cette façon, ils pouvaient observer d'une manière continue la goutte au microscope et fixer constamment leur attention sur les mêmes cellules errantes et les mêmes bacilles. Ils ont réussi ainsi à les tenir en observation pendant huit à neuf heures.

Les trois espèces de cellules errantes ont chacune leur rôle particulier dans la chasse aux bacilles. Les cellules éosinophiles sont les rabatteurs. Elles se précipitent partout où se trouvent des bacilles, et les cernent en se pressant tellement les unes contre les autres, qu'elles se fusionnent à peu près en une même masse, en un *plasmodium*, où les contours des différentes cellules sont à peine marqués.

Les cellules hyalines arrivent sur les traces des cellules éosinophiles. Elles ne semblent pas avoir d'elles-mêmes le flair des bacilles, elles ne savent pas s'orienter spontanément vers eux, mais elles vont là où les conduisent les cellules éosinophiles. Celles-ci leur ont laissé pour ainsi dire leur proie intacte, car si elles ont attaqué les bacilles, elles ne les ont pas dévorés. C'est aux cellules hyalines qu'est dévolue cette fonction, et elles l'accomplissent avec une avidité remarquable.

C'est à ce moment qu'on constate sur le champ de bataille la présence en grand nombre de la troisième espèce de cellules errantes, des cellules *basophiles*, comme les appellent nos auteurs. Quel est leur rôle ? On en est réduit à des conjectures. Comme elles apparaissent à la fin de la lutte, Kanthack et Hardy supposent qu'elles ont à déblayer le terrain en emportant les substances de déchet. Mais c'est là une pure hypothèse, qui n'a pas été confirmée par des preuves péremptoires.

Enfin les cellules hyalines se détachent peu à peu du *plasmodium* où elles s'étaient engagées et reprennent leurs migrations.

Durant tout ce processus, chacune des trois espèces de cellules a proliféré abondamment, ce qui donnerait l'explication de la multiplication des leucocytes ou *leucocytose,* observée par Werigo.

Régénération des nerfs. — Autrefois un nerf coupé était un nerf coupé. On ne songeait point à suturer les deux bouts, car on n'avait aucun espoir de rétablir la fonction perdue par la section. Ne savait-on pas d'ailleurs, après les expériences de Waller, que le bout périphérique entrait en dégénérescence dès qu'on l'avait séparé du bout central? Il mourait d'inédie, parce qu'il ne se trouvait plus en connexion avec son centre *trophique* qui réside dans la moelle pour les fibres centrifuges, dans les ganglions spinaux pour les fibres centripètes.

Nélaton le premier, en 1863, obtint la soudure des nerfs avec restitution de leur fonction. Mais, pendant longtemps, la régénération des nerfs ne se produisit que par cas isolés, et depuis peu d'années seulement la suture des nerfs est entrée dans la pratique chirurgicale ordinaire.

Le mécanisme de la régénération a été l'objet d'assez vives contestations. Suivant les uns, Schiff et Gluck entre autres, les fibres du bout central iraient se souder aux fibres du bout périphérique. La loi de Waller, relativement à la dégénérescence, n'aurait pas sorti ses effets, soit à cause du peu de temps écoulé entre la section et la suture, soit à cause de certaines conditions spéciales qui favorisaient la vitalité de certains bouts périphériques.

Mais cette réunion directe des deux bouts d'une fibre nerveuse n'est plus guère admise aujourd'hui. Fedor Krause a expérimenté dans les conditions les plus favorables à une telle réunion, sans réussir. Il sectionne les seules fibres médianes d'un cordon nerveux; les bouts des fibres sectionnées restent ainsi accolés l'un à l'autre, retenus qu'ils sont par les fibres latérales qui n'ont pas été coupées. Et cependant la réunion, si aisée à obtenir, si elle avait été possible, ne s'est pas opérée.

D'ailleurs l'hypothèse de la réunion directe par *première intention,* pour employer le langage technique, n'est plus la seule qui puisse expliquer la restitution de la fonction.

Ranvier a démontré que le rétablissement de la fibre se fait d'une autre façon. Tout se passe conformément à la loi de Waller. Les fibres nerveuses du bout périphérique se désorga-

nisent complètement. Seul le tissu conjonctif qui enveloppe les fibres subsiste. En d'autres termes, du côté de la périphérie, le squelette du cordon nerveux se maintient, la matière nerveuse disparaît.

Il n'en va pas de même du côté central. Là l'élément nerveux proprement dit, la fibre, résiste parce qu'elle est encore réunie aux centres trophiques, ou, d'une manière plus précise, parce qu'elle est encore réunie à la cellule nerveuse dont elle constitue un simple prolongement. Mais après la section, elle a ce surcroît de vie qu'on observe si souvent là où l'intégrité des tissus a été lésée. Il se fait un travail de réparation. La fibre commence à s'allonger et, comme les racines d'une plante, elle s'insinue du côté où elle trouve la moindre résistance. Elle s'en ira à droite, à gauche, s'infléchira, pénétrera dans le tissu conjonctif, dans le tissu musculaire, n'ayant pour règle que d'éviter les obstacles qui s'opposent à sa progression.

Rien ne la presse donc d'aller rejoindre le bout périphérique, et même la nature semble presque lui interdire cette voie. Car autour des extrémités du bout central et du bout périphérique, le tissu conjonctif s'accumule, s'entortille avec les fibres nerveuses en train de croître, et ce *névrome de réparation,* tissu dense, compact, serré, offre une barrière infranchissable à la propagation en ligne droite de la fibre centrale, si celle-ci n'a pas pris les devants par une croissance suffisamment rapide. Aussi, dans le cas d'une rupture ancienne, commence-t-on par raviver les deux bouts si l'on veut conserver quelque espoir d'obtenir la régénération par la suture. On passe ensuite un fil de soie dans l'épaisseur même des deux bouts ravivés et on les affronte avec soin l'un à l'autre.

Les fibres centrales peuvent maintenant pénétrer facilement dans le bout périphérique qui leur est intimement accolé. Là le chemin leur est tracé à l'avance. Par suite de la dégénérescence et de la résorption des fibres nerveuses, partout où se trouvait primitivement une fibre, se trouve actuellement un canal creux. Le prolongement central ne peut évidemment rencontrer de route plus aisée.

Il ira donc prendre la place de la fibre disparue et cheminera ainsi jusqu'aux organes où le bout périphérique se distribuait primitivement.

Telle est l'opinion de Ranvier. D'après Vanlair, professeur à l'Université de Liége, une légère divergence de vues s'est cependant produite chez ceux qui ont répété les observations

de l'histologiste français. On sait que la fibre nerveuse est entourée d'un manchon très ténu de tissu conjonctif appelé la membrane de Schwann. Ce manchon subsiste après la disparition de son contenu. D'après Ranvier, les fibres de nouvelle formation s'engageraient dans l'intérieur du manchon vide. Suivant des observations plus récentes, dont Vanlair réclame la priorité, le manchon qui n'est plus distendu s'affaisse sur lui-même comme un tube à parois flasques qui se dégonfle, et laisse ainsi un espace vide entre lui et les manchons voisins; c'est dans cet interstice que se glisserait le prolongement nerveux. Remarque qui a son importance au point de vue de la constitution microscopique des tissus, mais qui n'altère en rien les déductions physiologiques à tirer des observations de Ranvier.

Celui-ci d'ailleurs n'est pas aussi exclusif que le veut Vanlair. S'il admet que les nouvelles fibres s'engagent souvent dans l'intérieur des anciennes membranes de Schwann, il ne nie pas qu'elles puissent aussi se propager dans les places laissées vides *entre* les anciens tubes nerveux (1).

Le principe de la moindre résistance permet d'augurer que la fibre centrale pourra, en dépit du névrome de régénération, aller rejoindre le bout périphérique, même si les deux bouts restent écartés l'un de l'autre. Il suffit, par un artifice quelconque, de rendre l'espace intercalaire moins résistant que les tissus environnants.

Vanlair (2), pour réaliser cette condition, fait pénétrer les deux bouts dans les extrémités d'un tube ou drain en osséine ou os décalcifié. Le tube, vide à l'intérieur, laisse le chemin parfaitement libre aux prolongements nerveux, et Vanlair a pu obtenir de cette manière la réunion fonctionnelle de deux bouts écartés de deux centimètres, et même, dans des cas extrêmes, de trois centimètres et demi.

Les drains en osséine se résorbent peu à peu ; cependant on peut leur substituer des drains en caoutchouc vulcanisé, qui ne se résorbent pas, mais qui sont parfaitement tolérés par l'organisme.

Le temps qui s'écoule entre la réunion directe ou indirecte des bouts et la restitution de la fonction est assez long ; il peut aller jusqu'à un an, deux ans même. Mais on comprend qu'il y ait lieu de diviser cet intervalle de temps en diverses

(1) *De la régénérat. des nerfs sectionnés.* Comptes rendus, LXXVI, p. 494.
(2) *La Suture des nerfs. Etude crit. et expériment.* Bruxelles, 1889.

périodes (1). Il y a d'abord la période de mise en train, celle que Vanlair appelle la période de la prolifération initiale et de l'expansion exodique des fibres ; celle-là ne fait jamais défaut. Il faut ensuite un certain temps pour la progression dans l'intérieur du bout périphérique, temps qui variera avec la longueur de ce bout. Enfin, il y a un retard apporté par l'espace intercalaire, dans le cas où les deux bouts ne sont pas contigus mais réunis par l'intermédiaire du drain.

Le temps *global,* c'est-à-dire celui où l'on ne fait pas de distinction de périodes, a été déterminé par des expériences faites sur le nerf facial, le nerf pneumogastrique et le nerf sciatique.

Le nerf facial donne le mouvement à la face. Si on coupe le nerf facial droit chez le lapin, les moitiés droites des deux lèvres sont frappées d'inertie, et la narine droite est flasque. La restitution de la motilité dans ces organes demande huit mois pour une longueur du bout périphérique égale à sept centimètres. La restauration du facial se fait donc à raison d'un tiers de millimètre par jour.

Pour le pneumogastrique, Vanlair a utilisé, dans la détermination de la vitesse de la propagation, les propriétés remarquables d'une de ses branches, le laryngé inférieur ou récurrent. Le récurrent a une marche assez singulière : il descend dans le cou jusqu'à la poitrine, s'infléchit du côté gauche autour de la crosse aortique, du côté droit autour de l'artère sous-clavière, puis remonte jusqu'au larynx. Cette inflexion si curieuse, qui a valu à ce nerf le nom de récurrent, n'existe pas chez l'embryon. C'est que le cœur, au début, n'est pas placé dans la poitrine, mais à la partie supérieure du cou, comme chez les poissons. Le laryngé inférieur peut alors passer, sans subir de réflexion, sous les mêmes vaisseaux sous lesquels il passe chez l'adulte, parce que ces vaisseaux sont à la hauteur du larynx. Le cœur descend ensuite dans la poitrine, entraînant avec lui tout son cortège d'artères, et force ainsi le récurrent à faire une anse qui n'existait pas auparavant.

La section simultanée des deux pneumogastriques détermine la mort. Le fait est certain ; ce qui l'est moins, c'est la cause de cette issue fatale. Vanlair s'appuie sur ses propres expériences pour rejeter l'hypothèse de l'asphyxie. Il se rallie à la seconde interprétation qu'on a donnée du résultat de la double section.

(1) Vanlair. *Quelques données chronométriques relatives à la régénération des nerfs,* Comptes rendus, CXVII. — *Déterminat. chronométr. relatives à la régénérat. des nerfs.* Bullet. de l'Acad. roy. de Belg., 3e série, t. XXVI, pp. 489 et suiv.

A l'état normal, le larynx s'oppose par le spasme de ses muscles à l'introduction de corps solides étrangers dans les voies respiratoires. Ces muscles sont sous la dépendance des récurrents. Vient-on à sectionner ceux-ci, l'entrée du larynx reste sans défense; les particules solides entraînées par l'air inspiré, ainsi que les débris des aliments, peuvent pénétrer dans les bronches et les poumons, et y déterminent une broncho-pneumonie qui emporte l'animal.

Un seul des récurrents suffit cependant pour écarter ce danger, et on peut impunément sectionner l'autre. On jugera que ce dernier s'est complètement rétabli, si on peut pratiquer l'opération sur le premier laissé d'abord intact sans voir succomber l'animal.

Vanlair a opéré sur des chiens, en leur coupant, dans le cou, à des époques plus ou moins distantes, les deux cordons appelés vago-sympathiques, parce que chez le chien le vague ou pneumogastrique est accolé dans cette région au sympathique.

Il a fallu mettre entre les deux sections un intervalle de plus de sept mois et demi pour éviter une catastrophe. La progression de la régénération dans les expériences les plus favorables a été d'un millimètre par jour.

Le sciatique est le plus intéressant des trois nerfs, car il a servi à déterminer non seulement la durée globale de la régénération, mais aussi la durée particulière des différentes périodes.

Un des rameaux de ce nerf, le poplité interne, a, d'après des recherches antérieures de Vanlair, la propriété d'être seul à innerver le coussinet plantaire des pattes postérieures chez le chien. Après la section du poplité interne, les autres parties du pied sont encore sensibles; le coussinet plantaire, lui, est complètement anesthésié et le retour de la sensibilité dans cette région peut, dès lors, à bon droit être regardé comme un signe certain de la restauration fonctionnelle de ce nerf.

Un autre avantage du poplité interne est de voyager pendant un certain temps côte à côte avec le poplité externe. Si l'on sectionne le poplité interne dans la région où il est accolé à l'externe, les deux bouts resteront adhérents au nerf voisin et n'auront aucune tendance à s'écarter l'un de l'autre, disposition très utile dans le cas où l'on cherche à obtenir une réunion immédiate.

La vitesse de propagation des fibres centrales, prise d'une manière brute, est à peu près d'un millimètre par jour. Voici comment Vanlair est parvenu à estimer ce qui, dans cette durée moyenne, revenait à chacune des trois périodes.

Si sur l'un des sciatiques on fait une seule incision, et sur l'autre deux, la différence des deux temps requis pour la restitution nerveuse représentera la durée nécessaire pour le travail préparatoire à l'allongement. La seconde fibre doit, en effet, passer deux fois par ce travail préparatoire, puisqu'il y a deux sections, tandis que la première fibre n'a à exécuter ce travail qu'une seule fois. Le retard d'un sciatique sur l'autre a été d'un mois. Telle est donc la durée de la prolifération initiale et de l'expansion exodique des fibres.

Vanlair ne se cache pas que son raisonnement suppose une égalité parfaite de conditions entre les deux expériences, à l'exception de la condition qui fait l'objet de l'examen. Il y a certaines conditions dont l'égalité peut être facilement constatée. On peut faire la première section dans les deux nerfs exactement au même niveau ; la longueur du trajet à parcourir sera ainsi rendue la même. Vanlair a pu d'ailleurs montrer, par une expérience préalable, que chacun des deux sciatiques se comporte de même pour la rapidité de la restauration nerveuse. Mais il n'est pas aussi certain que deux sections vaillent exactement, à notre point de vue, le double d'une seule. Et en réalité, quand on fait trois sections au lieu de deux, on trouve un délai plus long que celui que semblerait requérir une section de plus.

Les mêmes réserves s'appliquent aux deux autres déterminations. Celle du temps employé à parcourir le bout périphérique s'obtient en coupant les deux sciatiques à des niveaux différents. Vanlair trouve ainsi que si les bouts périphériques diffèrent de huit centimètres et demi, l'excès de temps pour le plus long bout est de cinquante-deux jours, ce qui représente une vitesse de un millimètre et demi par jour.

Enfin, en comparant un cas de réunion immédiate avec un cas de réunion indirecte par l'intermédiaire d'un drain, on obtient une vitesse d'un cinquantième de millimètre par jour dans l'espace intercalaire interposé artificiellement entre le bout central et le bout périphérique.

Le fait seul d'avoir pu arriver à des résultats numériques suffisamment concordants, d'avoir réussi à établir la chronométrie des différentes périodes du phénomène, montre que la régénération des nerfs et la restitution progressive de leurs fonctions sont des phénomènes normaux, en entendant par *normal* tout ce qui est soumis à un déterminisme *connu,* à des conditions dont l'influence peut être déterminée *à l'avance.*

Mais il s'agit ici d'une restitution lente : des semaines, des

mois, des années même s'écoulent avant la restauration complète de la fonction.

Il est des cas extraordinaires qu'on ne peut ramener aux conditions étudiées par Vanlair. On a vu des nerfs, sectionnés de longue date, récupérer, sinon subitement, au moins dans un très court laps de temps, leurs fonctions, et cela par le simple rapprochement du bout central et du bout périphérique.

Citons pour type un cas assez récent qui a été l'objet d'une discussion un peu vive à l'Académie de médecine de Paris (1). Le 7 mars 1893, le Dr Berger présenta à ses collègues une enfant dont il raconta l'histoire. A la suite d'un accident, un des deux nerfs cubitaux s'était rompu au niveau du coude. Quatre mois après, le Dr Berger examina le membre, constata d'abord la suppression de la fonction nerveuse dans toute la région innervée par le cubital, puis alla rechercher les deux bouts distants actuellement de deux centimètres, aviva les extrémités et fit la suture. Deux jours après, la restitution de la sensibilité nerveuse commençait à se montrer, et quatre jours après elle était complète.

Tel est le cas. Il est loin d'être unique dans l'histoire de la médecine ; bon nombre d'autres ont été rappelés au cours de la discussion qui s'est prolongée pendant plusieurs séances de l'Académie.

Il ne peut évidemment être ici question d'un phénomène dû à la propagation des fibres centrales dans le bout périphérique. Des mois n'auraient pu suffire à opérer ce qui s'est fait ici en quatre jours.

Le bout périphérique devait donc contenir des fibres encore intactes. Cette conclusion ne peut, je crois, être niée par personne, mais quelles sont ces fibres ?

Les cordons nerveux contiennent d'autres fibres que celles qui viennent de leurs racines antérieures et postérieures. On a démontré qu'il existe des communications, des *anastomoses* entre les différents cordons nerveux. Telle fibre qu'on trouve dans tel nerf a été empruntée à un autre cordon, et si l'on remontait jusqu'à son origine, on trouverait sa racine à un point de la moelle différent de celui d'où part le nerf auquel elle semble appartenir. On comprend ainsi qu'une section du nerf faite à un niveau assez élevé n'atteigne pas cette fibre, qui restera en relation avec son centre trophique par l'intermédiaire du second cordon. On

(1) Bulletin de l'Académie de médecine de Paris, 7 mars 1893 et séances suivantes.

explique ainsi très aisément qu'un bout périphérique puisse conserver sa sensibilité, même après la section ou la rupture du nerf. Cette conservation de sensibilité a reçu le nom de *sensibilité récurrente.*

Le cas que nous examinons diffère de la sensibilité récurrente par deux points : premièrement la fonction nerveuse a disparu par la section, secondement elle s'est rétablie par le rapprochement du bout central et du bout périphériqne.

Les médecins qui veulent faire intervenir la sensibilité récurrente ont donc à expliquer pourquoi la section a paralysé des fibres qui sont censées n'avoir pas été coupées, pourquoi le rapprochement des deux bouts a déterminé la restitution de la fonction, lorsque ce rapprochement semble fort indifférent à la fibre qui, avant comme après, est toujours restée en connexion avec ses propres racines.

Plusieurs des savants qui ont traité ce point délicat se sont fait l'écho de la théorie proposée par un des doyens de la physiologie, Brown-Séquard. Brown-Séquard fait appel à l'inhibition et à la dynamogénie. Une fibre peut être paralysée autrement que par la section, c'est l'inhibition; une fibre paralysée peut recouvrer son activité autrement que par sa réunion problématique avec son centre trophique, c'est la *dynamogénie.*

Inhibition et dynamogénie, tels sont donc les deux pivots de cette théorie. L'inhibition est invoquée pour expliquer la paralysie temporaire des fibres récurrentes du cordon sectionné; la dynamogénie sert à restaurer la fonction perdue.

Qu'il y ait des cas d'inhibition, des cas de dynamogénie, personne n'en doute. Des nerfs ont été paralysés à la suite de la compression exercée par les tissus voisins; quand on a supprimé la cause de cette inhibition, la fonction s'est restaurée. L'inhibition est de la monnaie courante en physiologie, et si le terme de dynamogénie est moins connu, l'idée qu'il représente est acceptée de commun accord.

Mais pourquoi y a-t-il eu inhibition dans le cas actuel, tandis que la section ne produit pas ce phénomène dans les cas ordinaires de fibres récurrentes? Personne n'a donné de réponse satisfaisante à cette question. Toutefois, passons là-dessus; admettons que le bout périphérique, par le fait de la section, a perdu ses connexions naturelles non seulement avec le bout central, mais même avec les tissus voisins; il se sera rétracté, peut-être aura-t-il été comprimé, enfin il se sera produit quelque chose d'anormal, et les fibres récurrentes se seront trouvées

paralysées, non point directement par la section qui ne les intéresse pas, mais indirectement en vertu des nouvelles conditions extérieures où se trouve le bout périphérique.

Mais comment se fait-il qu'il suffira de ramener le bout périphérique au contact du bout central pour détruire l'inhibition et obtenir la dynamogénie? Remarquons que les deux bouts ont été avivés, et que dès lors on ne peut pas admettre qu'en les accolant de nouveau, on a rétabli mathématiquement le bout périphérique dans sa position normale. Et si ce rétablissement mathématique n'est pas nécessaire, pourquoi cependant faut-il un contact mathématique entre les deux bouts? D'où vient que si on écarte le bout central, le bout périphérique restant dans la nouvelle position où on l'a amené, on n'ait jamais pu observer de dynamogénie ? Toutes questions restées sans réponse jusqu'ici.

Si le phénomène ne relève pas des fibres récurrentes, paralysées par inhibition, rendues à l'activité par la dynamogénie, il faut nécessairement recourir aux fibres propres du cordon nerveux, à celles qui ont été sectionnées.

Leur bout périphérique, conservé en dépit de la loi de Waller, s'est-il soudé de nouveau au bout central? Deux jours, quatre jours même, c'est bien peu pour une soudure si complète. Et puis, que dire du cas rapporté par le Dr Le Fort. Ce n'est ni deux, ni quatre jours après qu'il aurait obtenu la restitution fonctionnelle, mais immédiatement après le contact et après avoir annoncé à l'avance le phénomène à ses élèves, tant il était déjà convaincu, avant l'opération, de l'influence exercée par le simple rapprochement des deux bouts du nerf.

Aussi, malgré les accusations *d'hérésie* scientifique qu'on lui jetait à la tête, le Dr Le Fort ne mettait pas de différence, sous ce rapport, entre l'influx nerveux et l'influx électrique. Tous deux ne demandaient que le simple contact, la continuité des cordons n'était pas requise.

Il faut l'avouer, et nous avons traité ce point dans le dernier fascicule de la *Revue,* on s'est bien départi actuellement de la rigueur avec laquelle on exigeait la continuité des éléments nerveux pour l'exercice de leurs fonctions. Toutefois l'exception n'est admise que pour les branches terminales des cylindres-axes. On n'en est pas encore venu à accepter une action par simple contact entre les tiges principales.

Comme on le voit, on se heurte de toutes parts à des difficultés, et, chose bizarre, la restitution immédiate, relativement

fréquente dans la clinique chirurgicale, n'a jusqu'ici, à notre connaissance, jamais été obtenue expérimentalement. Et cependant, quelles conditions meilleures pouvait-on avoir que d'opérer la suture immédiatement après la section, comme l'ont fait Vanlair et d'autres, au moment où le bout périphérique a encore toute son intégrité?

Le problème est posé, heureux qui le résoudra.

G. Hahn, S. J.

SCIENCES SOCIALES.

La Conférence monétaire de Bruxelles (1). — Un des délégués des États-Unis à la Conférence de Bruxelles vient de publier une étude sur les travaux de cette conférence. Cela n'offre plus qu'un intérêt rétrospectif. Peut-être n'est-il cependant pas sans utilité de résumer les faits qui ont amené cette réunion et les diverses opinions émises.

En 1871, l'Allemagne avait démonétisé l'argent et adopté l'étalon d'or. Les États scandinaves suivirent cet exemple en 1873. La Hollande adopta l'or en 1875. Enfin, les États-Unis en 1879, et l'Italie en 1883, reprirent les paiements en or. Par ces différents faits, au commencement de 1883, ces nations avaient déjà absorbé plus d'un milliard de dollars d'or.

Les États de l'Union latine eux-mêmes cessèrent, l'un après l'autre, la frappe de l'argent. On continuait cependant à extraire ce métal en grande abondance. En 1872, pour la première fois, l'once d'argent se paya, à Londres, moins de 60 pence. Le rapport de l'or à l'argent était de 15.58 à 1 en 1871. Il monte à 15.63 en 1872; 15.92 en 1873; 16.17 en 1874; 17.88 en 1876; 18.10 en 1879; 19.41 en 1885, et 22.09 en 1889.

En 1879, eut lieu à Paris, sans aucun résultat d'ailleurs, une première conférence monétaire. Nouvel essai sans résultat en 1881. A l'occasion de l'exposition de 1889, se réunit un congrès monétaire qui n'avait aucun caractère officiel.

En 1887 déjà, l'Angleterre s'était préoccupée de la question et avait nommé une commission royale d'enquête. La question est de la plus haute importance pour la Grande-Bretagne. L'Inde

(1) *The Monetary Conference of 1893*, by Pres. E. Benj. Andrews. Political Science Quarterly, juin 1893.

doit à l'Angleterre de grandes sommes payables en roupies. Par la dépréciation de l'argent, cette dette diminue sans cesse, et le créancier anglais reçoit de moins en moins d'or. En revanche, pour les 15 millions de livres sterling que le gouvernement indien doit payer annuellement en or à l'Angleterre, la charge a augmenté de près de 50 p. c. Le commerce est devenu presque impossible entre la colonie et la métropole. Les variations du change en font un jeu de hasard. Aussi a-t-on construit aux Indes d'immenses manufactures qui travaillent pour les pays à monnaie d'argent.

Rappelons la recherche de l'or en Autriche, en France, en Allemagne; l'élévation du change en Italie et en Espagne; la nécessité pour la Banque d'Angleterre de demander un prêt à la Banque de France. Tous ces faits amènent même des monométallistes à reconnaître que l'or devient trop rare. C'est pourquoi, en 1892, sur la proposition des États-Unis, une conférence monétaire se réunit à Bruxelles.

A la deuxième séance, les délégués des États-Unis lurent une déclaration qui servit de base aux discussions. Ils demandèrent en principe qu'on augmentât l'emploi de l'argent métal dans les systèmes monétaires des nations.

Pour arriver à ce but, ils appelèrent l'attention de la Conférence sur le projet présenté par M. Moritz-Levy à la conférence monétaire de 1881, et sur celui de M. Soetbeer. Ils exposèrent ensuite les grandes lignes du projet de bimétallisme international qu'ils appuyaient spécialement.

A la même séance, lord Rothschild présenta son projet. Il repoussait le bimétallisme international comme impossible pour l'Angleterre. Il proposait que les États européens s'engageassent, pour cinq ans, à acheter annuellement 5 millions de livres sterling d'argent : à la double condition que les États-Unis maintinssent le bill Sherman, et que l'once d'argent ne coutât pas plus de 43 pence.

M. de Rothschild concluait par ces paroles : « Si la Conférence se séparait sans arriver à quelque résultat précis, il y aurait une baisse épouvantable de la valeur de l'argent, d'où suivrait une panique monétaire dont il serait impossible de prévoir l'étendue des effets. » On nomma un comité pour l'examen de ces propositions. Ce comité examina d'abord quatre points principaux : 1° Restriction possible de la production de l'argent par taxation : ce qui fut reconnu impossible; 2° marche future de la production de l'argent : on reconnut que toute prévision man-

querait de certitude ; 3° intention des États-Unis de continuer les achats d'argent : le rappel de l'acte Sherman paraissait probable si la conférence n'aboutissait pas; 4° future politique monétaire de l'Inde anglaise : sir G. Molesworth, délégué des Indes, fait savoir que tant qu'il y aura espoir de bimétallisme international, l'Inde ne changera pas sa politique monétaire.

Après les discussions en comité, le projet Rothschild fut quelque peu modifié. Le projet Soetbeer fut écarté comme trop compliqué.

Dans le sens du projet Levy, on suggéra le retrait de la circulation des pièces d'or, d'un poids de moins de 5.806 grammes d'or fin (20 francs), et des billets de moins de 20 francs, à l'exception de ceux qui représentent un dépôt d'argent.

La Conférence fit mauvais accueil à ces divers projets. L'Angleterre s'opposa à l'adoption du projet Levy seul. L'Union latine combattit le projet Rothschild que son auteur retira.

On entama alors la discussion sur les propositions de bimétallisme des États-Unis.

Les principaux défenseurs du monométallisme furent MM. Weber (Belgique) et Forsell (Suede).

Les bimétallistes présentèrent une série de considérations.

I. Une ligue de nations pourrait maintenir un rapport fixe entre l'or et l'argent.

II. Les monométallistes ne nient pas que les prix aient baissé ; mais ils disent que cela provient de l'accroissement de la production. Or, les travaux des statisticiens montrent que, de 1850 à 1870, il y a eu une augmentation annuelle de production de 2,75 p. c. Pendant cette période, les prix haussaient. Au contraire, de 1870 à 1885, l'augmentation de production n'est plus que de 1,6 p. c. La baisse des prix, depuis 1873, ne peut donc provenir de la surproduction. L'augmentation de la valeur de la monnaie amène une grande injustice pour le paiement des dettes, la réalisation des contrats.

III. L'approvisionnement d'or est insuffisant. Les estimations de Soetbeer et de Leech montrent que tout l'or nouveau est employé par l'industrie, ou embarqué pour l'Orient. L'amas d'or dans les banques provient précisément de son appréciation qui en rend la détention lucrative.

IV. Actuellement, les monométallistes mêmes craignent la démonétisation de l'argent dans les pays où on l'emploie.

V. Les bimétallistes nient qu'il y ait surproduction de l'argent, et invoquent à cet égard les statistiques.

VI. Certains orateurs avaient invoqué les affinités entre le bimétallisme et le protectionnisme.

On répondit que le système actuel, empêchant toute fixité du change entre l'or et l'argent, transformait le commerce en jeu de hasard, et mettait aux relations internationales un obstacle plus grand que le protectionnisme.

Ces arguments n'obtinrent point de succès. L'Angleterre déclara qu'elle n'adopterait point ce système. L'Allemagne et l'Autriche dirent que, sans l'Angleterre, toute entente était impossible. La France prit la même attitude.

Un deuxième rapport traita de six autres projets pour la solution de la question monétaire.

C'étaient les projets : Tietgen, Houldsworth, Allard, de Foville, Torsell, Montefiore et Sainctelette.

On était alors au 15 décembre. La discussion promettait d'être longue. On crut qu'il valait mieux s'ajourner à plusieurs mois.

En résumé :

1° L'envoi même de délégués prouve que les cabinets européens ne considèrent pas sans inquiétude la condition monétaire du monde occidental.

2° L'ancienne sérénité du monométallisme a disparu. Il a été abandonné par des théoriciens comme Schaeffle et Wagner, par des praticiens comme Hucks Gibbs, Gosschen, Courteney. La rareté de l'or, la baisse des prix, confinée aux pays de métal jaune, mais universelle dans ces pays-là, la gêne du commerce par l'instabilité du change, y ont beaucoup contribué.

3° Personne ne doute que, si l'Angleterre montrait la voie, l'Allemagne, l'Autriche, la Russie, l'Union latine ne reprendraient l'argent.

4° Il est certain que l'Angleterre songe à changer de voie.

5° Certes, l'Angleterre ne changera pas de suite. Est-il utile que la Conférence se réunisse encore ? Oui. L'imbroglio monétaire est si sérieux, que la Conférence ne peut se séparer sans avoir étudié tous les projets.

D'ailleurs, il est possible qu'on s'entende sur un projet. Ceux de MM. Allard et Montefiore-Levy sont si simples et si méritoires qu'ils pourraient réunir tous les suffrages.

Depuis que le délégué américain a écrit le travail que nous venons de résumer, la Conférence s'est ajournée indéfiniment, l'Inde a supprimé la libre frappe de l'argent, et la loi Sherman a été abrogée.

La réhabilitation de l'argent (1). — Dans une lettre, M. Schiff expose un moyen artificiel de relever le prix de l'argent. Il voudrait en fixer d'une manière définitive le prix à 48 deniers l'once. Chaque barre d'argent, avant de passer dans le commerce, devrait être estampillée par le gouvernement du pays producteur et payer un impôt. Cet impôt varierait selon la hausse ou la baisse du métal. En prenant 34 deniers comme prix de l'once d'argent (octobre 1893), la taxe devrait être de 14 deniers. Si alors le prix montait à 49, la taxe descendrait à 13 ; si au contraire le prix baissait jusque 47, la taxe serait de 15. Ainsi, cette taxe agirait d'une façon automatique pour maintenir le prix de l'argent à 48 deniers l'once. Il est superflu de faire remarquer les difficultés de ce système.

Théorie de l'impôt progressif (2). — L'intéressante revue américaine nous apporte une étude curieuse et subtile de M. E. Seligman sur l'impôt progressif. Nulle question n'est plus actuelle. Peut-être beaucoup trouveront-ils cependant que la question du fondement théorique de la progression est d'une importance médiocre. En finances, presque tout est arbitraire et empirisme. Celui qui proposerait pour l'impôt progressif une bonne formule pratique, avancerait bien plus cette cause que le plus savant théoricien.

Il y a eu, en ces dernières années, des essais répétés pour introduire le principe de progression. Cela s'est fait non seulement dans les monarchies de l'Europe, mais aussi dans les démocraties de Suisse, d'Amérique, d'Australie. Actuellement, l'impôt progressif sur le revenu existe en Russie et dans d'autres États d'Allemagne, en Suède, en Danemark, et en beaucoup de villes de Hollande, de Belgique et de Suisse. Il y a des taxes progressives en France, en Suisse, en Autriche ; un droit de succession progressif en Angleterre, en Suisse, en Australie, au Canada et ailleurs. Même aux États-Unis, le pays par excellence de la proportion, on trouve certaines taxes progressives.

On peut, d'après l'auteur, grouper les arguments en faveur de la progression en trois classes, qu'il appelle : *socialistic, compensatory, economic.*

D'abord, le côté social. Wagner distingue, dans l'histoire des finances, la période fiscale et la période socio-politique.

(1) *The Rehabilitation of Silver,* by A. G. Schiff. Fortnightly Review, Oct. 1893.

(2) *The Theory of Progressive Taxation,* by Edwin P. A. Seligman. Political Science Quarterly, Juny 1893.

Au point de vue historique, cette distinction manque de base. De tout temps, des considérations sociales ont influé sur la politique financière. Cependant, on ne peut confondre cet élément social avec ce que Wagner appelle socio-politique, qui serait mieux appelé socialiste. Passer du principe que l'État doit modifier sa politique fiscale d'après des considérations d'utilité générale, au principe que c'est la mission de l'État de redresser les inégalités de fortune par l'impôt progressif est un pas dangereux. Cela conduirait au communisme. La confiscation serait plus simple.

Mais la progression n'implique pas nécessairement le socialisme.

En effet, un deuxième groupe base la progression sur l'idée de compensation. Le président Walker le fait à deux points de vue :

1° Il est indubitable que les différences de fortune sont dues, en grande partie, à la défaillance de l'État dans sa mission de protéger les hommes contre la violence et la fraude.

2° De grandes différences de richesse sont dues à des actes mêmes de l'État. Les traités de commerce, les tarifs de transport, les lois monétaires peuvent enrichir ou ruiner un citoyen.

La taxe progressive servira de remède, de compensation à cette action de l'État.

Sans doute, ces considérations peuvent avoir de l'importance, mais elles ne sont pas une base suffisante pour la progression. Il est impossible d'apprécier, de mesurer cette influence de l'État sur les inégalités de fortune.

Dans cet ordre d'idées, il serait plus sérieux de considérer la progression de certaines taxes comme contrepoids à l'effet d'autres taxes. Mais cet argument, excellent pour des cas spéciaux, n'est pas applicable à une théorie générale.

Le nœud de la discussion entre proportion et progression se trouve dans la question de la base de l'impôt. Deux théories se trouvent en présence : la théorie du bénéfice et la théorie de la capacité.

On dit, d'un côté, que tout citoyen doit payer des taxes en proportion du bénéfice qui lui est procuré par l'État; de l'autre, qu'il doit payer en proportion de ses facultés, de sa capacité contributive. D'ordinaire, les auteurs qui adoptent le premier de ces principes arrivent à la proportionnalité; les autres, à la progression.

La théorie du bénéfice tient que la taxe doit être en rapport précis avec les avantages que chaque citoyen retire de l'organi-

sation sociale. La protection est la mission principale de l'État. Les taxes doivent être proportionnées à la protection, comme une prime d'assurance. Une compagnie d'assurance proportionne la prime à la valeur de la propriété, de là la proportionnalité des taxes.

Parfois, on modifie la théorie. On dit que le minimum de subsistance doit être exempt d'impôt. Il ne faut frapper que le *clear income*. Cela s'accorde avec la théorie de Ricardo. On conçoit l'indispensable comme faisant partie des frais de production. On étend même souvent cette notion à un certain confort. La taxe est en réalité dégressive.

Le *standard of comfort* des gens riches étant généralement plus grand que celui des pauvres, la somme à déduire est plus considérable, et on arrive à la régression, au lieu de la progression. Cette théorie est fort attaquée. On dit que les bénéfices de l'action sociale sont proportionnellement bien plus grands pour les riches que pour les pauvres. Beaucoup de mesures ne regardent en réalité que les riches ; d'autres n'ont pour but que de les protéger contre les pauvres. Veut-on invoquer l'analogie avec l'assurance ? Il faut tenir compte non seulement de la fortune, mais aussi du danger. Il est bien plus difficile de défendre une fortune d'un million de dollars en une main qu'en plusieurs.

A ces objections, on répond qu'au contraire la dépense, pour l'État, n'augmente pas en proportion de l'étendue du service; il y aurait donc lieu à régression plutôt qu'à progression.

En réalité, cette discussion n'aboutit pas à un résultat sérieux. La question des avantages qu'un individu retire de l'action gouvernementale est une question psychologique — ne vaudrait-il pas mieux dire personnelle? — Il n'y a pas de mesure de ces avantages. Ils ne sont pas en proportion de la fortune.

Certains économistes essaient de prendre comme mesure, non le bénéfice, mais le prix du service. Cela ne s'applique que dans certains cas particuliers pour lesquels on a établi les rétributions.

A la théorie du bénéfice, on oppose la théorie du sacrifice. La taxation d'après les facultés est très ancienne. On l'établissait dans les anciennes lois anglaises et américaines, où l'on considérait facultés comme synonyme de propriété d'abord, ensuite de revenu. Adam Smith formula la théorie. Les sujets de chaque État doivent contribuer aussi exactement que possible, en proportion de leurs facultés respectives, c'est-à-dire en proportion du revenu dont ils jouissent respectivement.

La théorie se modifia bientôt : et l'on ne comprit plus dans le revenu le minimum nécessaire à l'existence.

On peut envisager les facultés comme le pouvoir d'user du revenu pour satisfaire ses désirs. Ce qui limite ce pouvoir, ce n'est pas seulement le montant du revenu, mais aussi la demande que fait l'État à l'individu. De là, l'idée de sacrifice. La capacité de payer la taxe doit se mesurer d'après le sacrifice que la taxe impose.

La taxe impose donc un sacrifice. Le sacrifice de ce qui sert à satisfaire des besoins néessaires est différent du sacrifice de désirs moins urgents. Le sacrifice sera inégal si, à un homme ayant mille dollars et à un homme en ayant 100 000, nous prenons à chacun 10 %. Pour imposer un sacrifice égal, la taxe doit être non seulement absolument, mais même relativement plus forte, donc progressive. Cette progression doit être graduée comme nos désirs.

On soulève immédiatement une objection. La progression continue finira par prendre le revenu tout entier. Au siècle dernier déjà, Jollivet faisait cette objection. On peut répondre avec Neuman qu'il suffit pour éviter cela de n'appliquer le taux plus élevé de progression qu'à la partie du revenu dépassant ce qui serait frappé du taux immédiatement inférieur. Ainsi la taxe de 100/100 ne s'appliquerait jamais qu'à une partie du revenu. Il est facile d'ailleurs d'imaginer une progression dégressive conforme à ce fait, qu'à mesure qu'on approche des besoins moins urgents, la différence entre eux devient moindre.

Des économistes allemands ont voulu appliquer à l'impôt progressif la théorie de l'utilité finale de Jevons. Chaque satisfaction des besoins humains implique l'existence de l'utilité, dans la commodité que procure une satisfaction. Leur valeur dépend de l'utilité finale. L'intensité et l'utilité finale décroissent à mesure qu'on s'élève des besoins les plus urgents aux moins pressants. S'appuyant sur cette théorie, ces économistes crurent pouvoir prouver mathématiquement la nécessité d'une taxation progressive. Mais, dans un ouvrage récent, Cohen Stuart démontre ingénieusement que tout ce système est erroné, et que la taxation progressive ne suit pas nécessairement des prémisses posées.

L'imposition d'un sacrifice égal à tous les contribuables sera toujours un idéal impossible à réaliser. La théorie de l'égalité du sacrifice, prise en elle-même, ne peut pas conduire à un taux déterminé de taxation, proportionnnel ou gradué.

Arrivé à ce point de son examen, l'auteur retourne à la notion

de faculté. Faculté, d'après Walker, est le pouvoir natif ou acquis de production. Cela comprend les moyens de production, l'occasion de les mettre en usage, et les résultats de leur emploi mesuré par l'accroissement périodique et permanent des possessions du producteur; et cela comprend aussi la capacité de jouir du résultat de ces efforts. Donc, une double notion : acquisition ou production, et dépense ou consommation.

Quant au premier élément : une grande fortune donne plus de facilité d'accroissement. Cette facilité croît en proportion plus qu'arithmétique. Adam Smith disait : Une grande fortune, quoique avec de petits profits, croît plus vite qu'une petite fortune avec un grand profit. L'argent, dit le proverbe, attire l'argent. Si vous avez un peu, il est souvent facile d'avoir plus; la grande difficulté est d'avoir ce peu. A ce point de vue, une progression semble équitable.

Quant au second élément, on revient à la théorie du sacrifice. Sans doute, celle-ci ne conduit pas à une échelle fixe de progression. A cause de la diversité des désirs individuels, on ne peut atteindre à l'égalité parfaite. Mais il faut se contenter d'une moyenne. Mieux vaut un taux arbitraire, juste en général, qu'un taux fixe, mais injuste, comme la proportion. Toutes les mesures financières sont d'ailleurs plus ou moins arbitraires.

Pour finir viennent quelques questions d'application. L'idéal serait de créer un système général d'impôts dont l'ensemble serait légèrement progressif. Le moyen le plus simple serait l'établissement d'une taxe progressive générale sur la propriété ou le revenu. C'est impossible. Dans toutes les modifications, il faudra avoir égard aux cas individuels et au sentiment général de la communauté. Aux États-Unis, actuellement, la taxe sur la propriété est largement régressive. Avant d'arriver à la progression, il faudrait passer par la proportion. Il est plus que probable que quelques taxes progressives modérées assureraient la proportionnalité dans l'ensemble du système.

Le taux de progression ne peut être très élevé sans risque de provoquer la fraude et l'exode du capital. Si la taxation progressive est défendable comme idéal, et comme expression des exigences théoriques pour la création des taxes, il est difficile de dire jusqu'à quel point et de quelle manière elle doit être actuellement mise en pratique.

A. Joly.

CHIMIE.

—

L'année qui vient de s'écouler a été féconde en recherches chimiques importantes; mais il en est peu qui soient de nature à intéresser le grand nombre de nos lecteurs : ce sont les seules que nous passerons rapidement en revue.

Dans un bulletin antérieur (1), nous avons parlé des recherches devenues célèbres que M. Moissan a entreprises aux plus hautes températures réalisées jusqu'ici dans les laboratoires de chimie; la préparation artificielle du diamant a été le résultat le plus éclatant de ces travaux. Voulant poursuivre l'étude des réactions chimiques aux températures élevées, M. Moissan a perfectionné son four électrique, et voici la disposition simple et ingénieuse qu'il lui a donnée (2). Il choisit un bloc de calcaire à grain fin, bien desséché, ayant la forme d'un parallélipipède, dans lequel il fait creuser une cavité assez grande de même forme. Des rainures ménagées à travers les parois latérales reçoivent les charbons entre lesquels jaillira l'arc électrique. Ces charbons sont facilement mobiles dans les rainures ; il est donc aisé d'établir l'arc électrique, de l'étendre et de le raccourcir à volonté. Les parois de la cavité sont revêtues d'abord d'une mince couche de magnésie, puis d'une couche de charbon. Un bloc de calcaire couvert également de magnésie et de charbon forme le couvercle. Afin d'éviter que les substances à chauffer n'arrivent en contact immédiat avec l'arc électrique et, par là, avec la vapeur de carbone, M. Moissan a recours au dispositif suivant. Un tube de charbon fortement comprimé traverse une des parois du four et se place perpendiculairement aux électrodes, à un centimètre environ au-dessous de l'arc. C'est dans ce tube qu'il introduit la matière qu'il veut soumettre à la température élevée du four. Il suffit de donner à ce tube une inclinaison d'une trentaine de degrés environ sur l'horizon pour que le four se prête à la préparation continue des métaux réfractaires. On introduit le mélange des oxydes à réduire dans le tube, et le métal fondu s'écoule grâce à l'inclinaison du tube. En opérant ainsi avec un courant de 600 ampères et 60 volts, M. Moissan obtient, en une heure environ, 2 kilogrammes de chrome métallique fondu.

(1) *Revue des questions scientifiques*, 2e série, t. IV, p. 286.
(2) *Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris*, t. CXVII, p. 679.

On le voit, M. Moissan a doté les laboratoires d'un appareil éminemment utile, et sans aucun doute l'industrie en profitera pour produire beaucoup de métaux dans des conditions plus avantageuses que celles qui lui étaient imposées jusque dans ces derniers temps.

Préparation du siliciure de carbone. — Le carbone se combine dans certaines conditions avec le silicium pour former le siliciure de carbone. Il y a une dizaine d'années environ, M. Colson avait préparé ce composé à l'état amorphe par l'action de la vapeur de benzine sur le silicium chauffé au rouge. M. Moissan a repris l'étude de ce corps, et a réussi à l'obtenir sous forme de cristaux (1). Il a suivi quatre procédés différents, dont voici les plus importants. L'action directe du carbone sur le silicium fondu lui avait donné, il y a plusieurs années déjà, des cristaux de siliciure de carbone; la température de 1200 à 1400° C, produite dans un four à vent, y suffisait. On obtient plus facilement ce composé, aussi par voie directe, en soumettant un mélange de 12 p. c. de carbone et de 28 p. c. de silicium à la chaleur du four électrique. Un autre procédé employé par M. Moissan consiste à réduire la silice par le charbon dans le creuset du four électrique.

Le siliciure de carbone cristallisé est incolore s'il est complètement exempt de fer, dont la présence lui communique une teinte jaune. Il se distingue par sa grande dureté : il raye même le rubis. Au point de vue des propriétés chimiques, le siliciure de carbone est caractérisé par sa grande stabilité. L'acide sulfurique concentré bouillant, les acides azotique et chlorhydrique et même l'eau régale sont sans action sur lui. L'analyse chimique montre qu'il est constitué de 12 parties de carbone et de 28 parties de silicium; on lui attribue par conséquent la formule CSi.

Le carborundum. — Pendant que M. Moissan communiquait à l'Académie des sciences ses recherches sur le siliciure de carbone, M. A. Haller, professeur de chimie à la Faculté des sciences de Nancy, publiait dans la *Revue générale des sciences* (2) une note intéressante sur une autre substance dont les composants sont aussi le carbone et le silicium, et qui a reçu le nom de *carborundum*. Sa découverte, d'origine américaine, remonte à peine à

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris*, t. CXVII, p. 425.
(2) *Revue générale des sciences pures et appliquées*, 4e année, p. 589.

deux années. et il a conquis, dès l'abord, une grande importance. Pour l'obtenir, on fait un mélange de 45,5 p. c. de charbon, 36,5 p. c. de sable et 18 p. c. de sel marin. A travers cette masse, on fait passer un courant électrique d'environ 200 ampères et 50 volts.

Le carborundum se présente sous la forme de cristaux transparents, tantôt incolores, tantôt colorés en jaune, en vert ou en bleu. Son analyse chimique a montré qu'il se compose d'environ 69 p. c. de silicium, 30 p. c. de carbone, et d'une fraction minime d'oxyde de fer, d'aluminium et de calcium. Comme le siliciure de carbone, le carborundum se distingue par une grande stabilité : chauffé au rouge vif pendant une heure entière dans un courant d'oxygène, un échantillon de cette substance ne perd pas 0,5 p. c. de son poids. Dans l'industrie, on désagrège l'amas de cristaux que donne le procédé que nous venons d'exposer, puis on les traite pendant un temps considérable par l'acide sulfurique pour les débarrasser de toute trace de fer; on fait ensuite un triage pour séparer les gros cristaux des plus petits.

La grande dureté du carborundum détermine l'usage qu'on en fait. En poudre impalpable, il sert à polir le diamant et d'autres pierres précieuses; en poudre moins fine, il est employé au dépolissage du verre; comprimé en petites meules, il remplace l'émeri. Cette nouvelle conquête de la science figurait à l'exposition universelle de Chicago parmi les produits exposés au Palais des Mines.

Préparation du lithium métallique. — Le lithium est un métal qui présente les plus grandes analogies avec le sodium et le potassium, mais il a sur eux l'avantage d'une préparation beaucoup plus facile : la décomposition du chlorure de lithium fondu par le courant galvanique se trouve même indiquée comme exercice dans certains livres de chimie opératoire (1). Toutefois cette extraction n'est pas sans offrir encore quelques inconvénients, provenant surtout de cette circonstance que le chlorure de lithium ne fond que vers 600°; or l'électrolyse de cette substance donne un rendement d'autant moins satisfaisant que la température à laquelle on opère est plus élevée.

M. Guntz vient d'étudier la préparation du lithium métallique; et voici le résultat auquel il est arrivé (2). On abaisse con-

(1) V. Heumann, *Anleitung zum Experimentiren*, p. 483.
(2) *Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris*, t. CXVII, p. 732.

sidérablement le point de fusion en ajoutant au chlorure de lithium celui de potassium; ainsi le mélange de ces deux sels dans le rapport de leurs poids moléculaires fond à 380°, et un mélange à poids égaux fond à 450°. Pratiquement, M. Guntz conseille d'opérer de la manière suivante. On fait un mélange, à poids égaux, des chlorures de lithium et de potassium, et on le chauffe dans une capsule en porcelaine à l'aide d'un brûleur Bunsen ordinaire. Lorsque le sel est fondu, on y introduit une tige de charbon qui servira d'électrode positive, et une tige de fer, de 3 à 4 millimètres de diamètre, entourée d'un tube de verre de 20 millim. de diamètre : c'est l'électrode négative. Sous l'action d'un courant de 10 ampères et de 20 volts, la décomposition se fait rapidement, et le lithium mis en liberté se dépose sur le fer à l'intérieur du tube en verre qui l'entoure. En opérant ainsi, il est facile d'obtenir en peu de temps une quantité considérable de cet intéressant métal.

Un nouveau sulfure de carbone. — Le sulfure de carbone, CS_2, est un des corps les mieux connus de la chimie minérale. Sa préparation se fait en grand par l'action de la vapeur de soufre sur le charbon chauffé au rouge. C'est un liquide incolore, d'une odeur repoussante, au moins à l'état dans lequel le commerce fournit ce corps. Il se fait remarquer par son grand pouvoir réfracteur de la lumière. Il bout à la température de 47° et s'enflamme avec une très grande facilité vers 150°. Ce sont là quelques caractères d'un corps d'ailleurs fort connu de tous ceux qui se sont occupés tant soit peu de chimie. — A diverses reprises, on crut avoir obtenu d'autres combinaisons de soufre et de carbone; ainsi Baudrimont pensa avoir réalisé, par l'action du sulfure de carbone ordinaire sur l'éponge de platine, le protosulfure CS, corps gazeux, soluble dans l'eau; mais M. Berthelot nie que dans cette réaction on obtienne un sulfure de carbone autre que le bisulfure. Plus tard, on prétendit avoir obtenu le protosulfure par l'action de la lumière solaire sur le sulfure ordinaire. Ce serait une poudre rouge-marron, sans odeur ni saveur, de densité 1,66. Certains chimistes admettent encore l'existence d'un sesquisulfure C_2S_3, poudre brune, amorphe et sans odeur, et d'un sulfure de la formule C_5S_2. Mais le fait que ces corps sont amorphes, insolubles et par conséquent très difficiles à purifier, rend leur existence plus ou moins douteuse.

Dernièrement M. von Lengyel (1) a obtenu un sulfure de carbone

(1) *Nature*, t. XLIX, p. 275.

caractérisé par certaines propriétés qui le distinguent nettement d'autres substances analogues. On établit l'arc électrique dans une atmosphère de sulfure de carbone ordinaire à l'état de vapeur. Lorsque l'expérience s'est prolongée pendant quelques heures, le carbone mis en liberté couvre l'intérieur de l'appareil d'une couche noire, une odeur très pénétrante se fait sentir dans tout le voisinage de l'appareil, et on recueille un liquide rougeâtre qu'on purifie ensuite en le débarrassant du soufre qu'il tient en solution, et du bisulfure de carbone. Le liquide ainsi préparé a une couleur rouge foncé, possède une odeur très piquante, et ses vapeurs attaquent vivement les muqueuses et excitent le larmoiement.

Plus dense que l'eau, il y est insoluble. Lorsqu'on le porte à la température de 100 à 120° C, il se polymérise et donne une substance dure, noire; cette transformation prend un caractère explosif lorsqu'on chauffe brusquement la substance. Les analyses du liquide et du solide ont donné des chiffres qui conduisent à la formule C_3S_2, et les déterminations du poids moléculaire faites d'après la méthode de Raoul ont confirmé cette formule. Le liquide brûle avec grande facilité en donnant une flamme éclairante ; les produits de cette combustion sont les anhydrides carbonique et sulfureux. L'acide sulfurique provoque une polymérisation instantanée, tandis que l'acide azotique détermine, dans certaines conditions, une véritable explosion. Le nouveau sulfure se combine facilement avec le brome en donnant un corps de formule $C_3S_2Br_6$, d'une odeur aromatique très agréable.

Sur les matières explosives. — Il y a une vingtaine d'années, M. T.-A. Abel communiquait à l'Académie des sciences de Paris une série de recherches sur les propriétés des corps explosibles (1). Il avait reconnu que beaucoup de ces corps ne font pas explosion sous l'action d'une simple élévation de température ou d'un choc, mais qu'ils exigent l'explosion d'un autre corps dont le choix n'est pas indifférent. On constate, en effet, que telle matière, d'une force explosive donnée, détermine facilement l'explosion de certains corps, tandis que d'autres, d'une force explosive égale ou même supérieure à la première, ne déterminent nullement l'explosion de ces mêmes corps. Le coton-

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. LXIX, p. 105; t. LXXVIII, p. 1227, 1301, 1362, 1432.

poudre, par exemple, détone facilement par suite d'une explosion de fulminate de mercure, tandis qu'une détonation d'iodure d'azote, qui ne le cède en rien à celle du fulminate de mercure, ne détermine pas l'explosion du fulmicoton.

M. Abel a essayé d'expliquer ces phénomènes en supposant nécessaire le synchronisme des ondes d'explosion dans la détonation provocatrice et dans la détonation provoquée. Si cette explication est la vraie, on voit que chaque matière explosive doit donner la détonation initiale la plus favorable pour elle-même, c'est-à-dire que l'explosion produite dans une partie de la masse doit se propager avec la plus grande facilité dans toute la masse. Or M. Victor Meyer a démontré que cette conclusion est en opposition avec ce qu'on observe pour la dynamite. Lorsqu'une certaine quantité de cette substance — M. Meyer en employait 5 grammes — fait explosion, une partie seulement subit la décomposition, l'autre est projetée au loin. D'après M. Abel, les conditions pour une explosion de toute la masse seraient des plus favorables, et l'explosion partielle qu'on observe en réalité est impossible à expliquer dans son hypothèse; à moins d'invoquer le principe que les exceptions confirment la règle, et d'affirmer que la dynamite fait exception pour des raisons inconnues encore à l'heure qu'il est.

Il était donc fort intéressant de rechercher si réellement la dynamite forme une exception isolée. M. Henri Biltz vient de faire des expériences dans ce but (3); voici comment il a opéré. De petits tubes en verre, de 12 centimètres de longueur et d'un diamètre de 3 millimètres, fermés à une extrémité, sont remplis aux deux tiers de la substance explosive à étudier. Lorsqu'on introduit l'extrémité fermée dans un brûleur Bunsen, la détonation ne tarde pas à se produire : toute la partie du tube soumise à l'action directe de la chaleur est brisée et projetée; mais la partie non directement chauffée reste intacte, ainsi que la matière qu'elle renferme. Les matières étudiées par M. Biltz sont la nitroglycérine, le coton-poudre, l'acide picrique, et la poudre dite sans fumée qui, par sa composition, se rapproche assez du fulmicoton. Dans le cas du coton-poudre ou de la nitrocellulose, plus de la moitié de la substance est restée inaltérée, bien que le diamètre considérable du tube dût nécessairement faciliter la propagation de l'explosion. — M. Biltz rapproche de ces

(1) *Annalen der Chemie*, t. 264, p. 127.
(2) *Berichte der deutsch. chem. Gesellschaft*, Berlin, t. XXVI. p. 1378.

faits une expérience que M. Meyer a l'habitude de réaliser dans son cours. Il aspire dans un tube capillaire à parois minces quelques gouttes de nitroglycérine. En introduisant ensuite le tube dans la flamme d'un bec Bunsen, il produit une première explosion qui est loin d'atteindre toute la masse; il introduit alors la partie du tube restée intacte dans la flamme du brûleur, et il obtient une seconde explosion. Toutes ces expériences prouvent bien que le synchronisme des ondes d'explosion n'est pas la véritable cause, ou du moins n'est pas la seule cause de l'influence de l'explosion initiale de certaines substances sur la détonation d'autres matières.

Les recherches si intéressantes de M. Biltz viennent de recevoir une confirmation dans les expériences de M. Harold B. Dixon (1). Le savant anglais a constaté le même phénomène d'explosion incomplète pour un grand nombre de substances. Pour d'autres corps, par exemple le sulfure de carbone, il a observé que la décomposition était complète, mais qu'elle se ralentit en se propageant; enfin, d'autres matières subissent une décomposition qui se propage avec une vitesse constante. C'est le cas, par exemple, pour l'anhydride hypochloreux : la vitesse correspondante est égale à 1000^{m} par seconde.

Sur la nature de l'iodure d'azote. — Une des expériences les plus connues de la chimie inorganique est la préparation et la détonation de l'iodure d'azote. Ordinairement on prépare ce corps en traitant l'iode par une solution ordinaire d'ammoniaque. La substance est lavée puis desséchée. Dès qu'elle est suffisamment sèche, un rien suffit pour déterminer son explosion, qui se fait avec une violence extrême.

La nature de l'iodure d'azote est encore peu connue. On sait toutefois que ce corps possède une composition différente suivant les méthodes qui ont servi à le préparer. Dernièrement M. J. Szuhay a étudié une des nombreuses variétés de l'iodure d'azote; voici les résultats de ces recherches (2). Pour obtenir l'iodure d'azote, il mélange une solution concentrée d'iode et une solution d'iodure de potassium avec de l'ammoniaque du commerce. La substance noire, explosive, ainsi obtenue est de l'ammoniaque dans lequel les 2/3 de l'hydrogène ont été remplacés par de l'iode ; on peut donc donner à cet iodure d'azote

(1) *Chemische Centralblatt*, 4te Folge, 5 Jahrgang, II Bd, p. 1076.
(2) *Berichte der chem. Gesellsch.*, Berlin, t. XXVI, p. 1933.

la formule $HAzI_2$. Les recherches de M. Szuhay montrent en outre que l'hydrogène restant peut être remplacé par l'argent; le composé qui en résulte a la formule $AgAzI_2$. — L'auteur fait observer que l'azote forme avec l'hydrogène et avec d'autres éléments positifs des composés toujours alcalins, tandis que ses combinaisons avec les éléments négatifs donnent naissance à des substances d'un caractère acide. Il conclut donc que puisque l'iode est un élément fortement négatif, l'iodure d'azote a un caractère acide plutôt que basique, tout en formant un produit qui constitue pour ainsi dire un passage des composés acides aux corps basiques.

H. De Greeff, S. J.

GÉOGRAPHIE.

Contestations territoriales en Afrique (1).

A) Afrique occidentale. *Angleterre et Allemagne.* — Un accord est intervenu entre les cabinets de Berlin et de Londres pour la fixation de leur sphère d'influence dans le voisinage du lac Tchad. Les journaux berlinois du 10 novembre 1893 en donnent le texte ci-dessous :

Art. 1er. D'après la convention de 1886, la frontière devait atteindre la Bénué à l'est et dans le voisinage de Yola, à un endroit reconnu pratiquement propre à une démarcation de territoires. Ce point est fixé comme suit : La limite part d'un point situé sur la rive droite du Vieux-Calabar ou Cross River, par

(1) En janvier 1889, nous avons rendu compte, dans la Rev. des quest scient., tome XXV, pp. 256-267, de l'ouvrage de M. E. Banning : *Le Partage politique de l'Afrique d'après les transaction internationales les plus récentes (1885-1888).* Bruxelles, Muquardt. — Depuis cette date, nous n'avons cessé de réunir des documents pour compléter l'œuvre de M. Banning. En juillet 1891, nous en avons cité une page dans la Revue susdite, pp. 340-343. Nous en détachons une nouvelle aujourd'hui. Nous espérons publier prochainement un travail complet sur la matière, et ultérieurement les conventions internationales relatives aux possessions européennes en Asie, en Amérique et en Océanie.

Ces publications semblent se justifier par l'élan irrésistible qui porte les peuples à étendre leur domaine colonial.

environ 9°8′ long. E. de Gr. (Cfr conventions de 1885 et du 1er juillet 1890) ; elle court en ligne droite vers le centre de la ville actuelle de Yola et se continue, par une nouvelle ligne droite, vers un point situé sur la rive gauche de la Bénué, à 5 kilomètres en aval du thalweg de la principale embouchure de la rivière Faro. Il sera tracé au sud de la Bénué un arc de cercle dont le centre sera le centre de la ville de Yola, et le rayon la droite qui vient d'être mentionnée. A l'ouest, cet arc coupe la ligne droite tracée à partir du Vieux-Calabar. A l'est, il atteint la rive gauche de la Bénué. Ce point sur la Bénué sera considéré comme étant dans le voisinage immédiat de Yola, comme le prévoit la convention de 1886.

Art. 2. La frontière déterminée à l'art. 1er sera continuée vers le nord par une ligne qui, traversant la Bénué, se dirige directement sur le point d'intersection de 13° long. E. de Gr. et 10° lat. N. Ce point sera réuni par une droite à un endroit de la rive méridionale du lac Tchad, situé à 0°35′ à l'est du méridien du centre de la ville de Kouka. L'Atlas colonial allemand de 1892 place cet endroit à mi-distance du méridien de Kouka et du 14° long. E. de Gr. Si des données ultérieures prouvent que la carte laisse dans la sphère de l'influence anglaise une portion de la rive du Tchad moindre que celle qui vient d'être définie, un nouveau point terminal, concordant le plus exactement avec celui qui vient d'être indiqué, sera fixé dans le plus bref délai par les parties contractantes. Mais jusqu'à ce qu'un accord définitif intervienne, le point de la rive sud du lac Tchad situé par 0°35′ à l'est du centre de Kouka servira de point terminal.

Art. 3. La ligne de démarcation tracée dans cette convention et dans les précédentes (1) peut être rectifiée par un accord entre les deux puissances contractantes.

Art. 4. Les sphères d'influence respectives des intérêts anglais et allemands embrassent les territoires situés à l'ouest et à l'est des limites fixées par les conventions actuelles et antérieures passées entre les deux gouvernements.

Il est cependant convenu que l'influence de l'Allemagne, en ce qui concerne ses relations avec la Grande-Bretagne, ne s'étendra pas vers l'est au delà du bassin du Chari, et que le Darfour, le Kordofan et le Bahr-el-Gazal, comme les délimite la carte d'Afrique de Justus Perthes, d'octobre 1891, sont exclus de la

(1) Il s'agit ici des conventions du 7 mai 1885 ; — 2 août 1886 ; — 1er juillet 1890; — janvier 1893 ; — 14 avril 1893.

sphère d'intérêts de l'Allemagne, même s'il est démontré que les affluents du Chari sont situés à l'intérieur des pays susmentionnés.

Art. 5. Les deux puissances contractantes prennent l'engagement de s'abstenir mutuellement de tout empiètement sur leurs sphères d'influence respective : acquisitions de territoires, conclusions de traités, établissements de droits souverains ou de protectorats.

Art. 6. La Grande-Bretagne se reconnait tenue d'appliquer à l'égard de la partie des eaux du Niger et de ses affluents placés sous sa souveraineté ou son protectorat, les dispositions relatives à la liberté de navigation énumérées dans les art. 26, 27, 28, 29, 30 et 33 de l'Acte général de la Conférence de Berlin du 26 février 1885. L'Allemagne, de son côté, se reconnaît tenue, en vertu de l'art. 32 du même acte, d'appliquer ces dispositions en ce qui concerne la partie de ces eaux qui se trouve sous son contrôle.

France et Libéria. — Les divergences de vue qui existaient entre la France et la République de Libéria (à laquelle le lieutenant général Wauwermans a consacré une bonne monographie) se sont terminées par une convention signée à Paris.

Sur la côte, le cabinet de Paris reconnaît à la République africaine, qui les revendiquait en vertu de traités antérieurs à l'année 1850, la possession de divers points de la Côte des Graines; Libéria, de son côté, abandonne à la France ses droits à l'est de l'embouchure de la rivière Cavally.

Dans l'intérieur, la frontière suit le cours du Cavally jusqu'à l'embouchure d'un de ses affluents de droite, le Fireduguba, découvert par le lieutenant Marchand. De ce point elle suit la ligne de faîte du bassin du Fireduguba, passe au sud de Musardu et de Mahommadu et rejoint la frontière anglaise de Sierra Leone.

France et Angleterre. — Le 10 août 1889, une convention signée entre les deux gouvernements régla la question des limites en Sénégambie, à Sierra Leone, sur la Côte d'Or et sur la Côte des Esclaves.

Moins d'un an après, le 5 août 1890, intervenaient deux déclarations de grande importance relatives à Zanzibar, à Madagascar, et à l'*Hinterland* de l'Algérie et du Sénégal.

Plusieurs points étant insuffisamment désignés dans ces documents, les cabinets de Paris et de Saint-James signèrent un protocole le 26 juin 1891.

Arrivées sur le terrain, les commissions de délimitation des territoires de la Côte d'Or trouvèrent que les textes donnaient lieu à des interprétations diverses. L'entente ne pouvant se faire, les deux parties signèrent la convention du 12 juillet 1893, qui délimite les sphères d'influence de la France et de l'Angleterre dans les districts sud et ouest du Moyen et du Haut-Niger.

Art. 1er. La frontière britannique part de la côte à Newtown, à une distance de 1000 mètres à l'ouest de la maison occupée, en 1884, par les commissaires britanniques, puis se dirige droit vers le nord jusqu'à la lagune de Tanoe ou Tendo, suit la rive sud de cette lagune jusqu'à l'embouchure de la rivière Tanoe ou Tendo (des quatre îles qui se trouvent à proximité de cette embouchure, les deux qui sont au sud sont attribuées à la Grande-Bretagne, et les deux qui sont au nord, à la France). La frontière britannique longe, à partir de cet endroit, la rive gauche de la rivière Tanoe jusqu'au village de Nugua. Vu la situation de ce village sur la rive droite de cette rivière, l'Angleterre consent à le reconnaître à la France,

Art. 2. La frontière française part également sur la côte, de Newtown, à une distance de 1000 mètres à l'ouest de la maison occupée, en 1884, par les commissaires britanniques. Elle s'avance de là droit au nord vers la lagune de Tanoe, puis traversant cette lagune, elle suit sa rive nord et les rives nord et est de la lagune Ehi jusqu'à l'embouchure de la rivière Tanoe, et en suit la rive droite jusqu'au village de Nugua.

Art. 3. La frontière britannique continue à suivre la rive gauche du Tanoe durant 5 milles anglais en amont de la maison qui sert actuellement de résidence au chef de Nugua. Elle traverse en ce point la rivière et se confond avec la frontière commune, déterminée ci-dessus.

La frontière française suit la rive droite du Tanoe également pendant 5 milles en amont de Nugua jusqu'au moment où elle est rejointe par la frontière anglaise.

Art. 4. La frontière commune quitte la rivière Tanoe et se dirige au nord vers le sommet de la colline de Terra Ferrako. De là, passant à 2 milles à l'est des villages d'Assikasso, Sankaina, Assambossua et Akuakru, elle court à 2 milles à l'est de la route conduisant de Suakru à la rivière Boi, pour atteindre cette rivière à 2 milles au sud-est de Bamianko, village qui appartient à la France. De là elle suit le thalweg de la rivière Boi et la ligne tracée par le capitaine Binger (telle qu'elle est marquée sur la carte annexée à la convention), laissant Edubi, avec le territoire

s'étendant à un mille au nord de ce point, à la France, jusqu'à ce qu'elle atteigne un point situé à 1600 mètres droit à l'est de Yau. A partir de ce point, elle coïncide avec la ligne tracée par le capitaine Binger (cfr la carte annexée à la convention), jusqu'au point situé à 1000 m. au sud d'Aburuferrassi, village appartenant à la France. Elle continue à se tenir ensuite à une distance de 10 kilomètres à l'est de la route conduisant directement d'Annibilekru à Bonduku, par Bodomfil et Dadiassi, passe à mi-chemin entre Buko et Adjamrah, court à 10 kilomètres à l'est de la route de Bonduku viâ Sorobango, Tambi, Takhar et Bandagadi, et atteint la Volta au point d'intersection de cette rivière et de la route de Bandagadi à Kirhindi. Elle suit alors le thalweg de la Volta jusqu'à son intersection par le 9e lat. N.

Art. 5. Il est convenu que les habitants des villages français qui, antérieurement à la conclusion du présent arrangement, jouissaient du droit de pêche sur la rivière de Tanoe, continueront à jouir de ce droit en se conformant aux règlements locaux.

Art. 6. La frontière déterminée par le présent arrangement est inscrite sur la carte ci-annexée.

Art. 7. Dans la pensée des parties contractantes, la présente convention complète et interprète la section 1 de l'art. 3 de l'arrangement du 10 août 1889, relatif à la délimitation des possessions britanniques et françaises sur la Côte d'Or et le paragraphe final de l'arrangement du 26 juin 1891.

B) Afrique orientale. — *Allemagne et Angleterre.* — Une convention du 25 juillet 1893 précise divers points de la convention de 1890, passée entre ces deux puissances. Nous y reviendrons.

F. Van Ortroy.

VARIÉTÉS

—

NOTES SUR MADAGASCAR

Chaque soir, à la nuit, sur la montagne où s'élève Tananarive, le canon tonne. C'est le couvre-feu et le signal d'une envolée de *Zovy!* (Qui vive!) à volonté, criés ou chantés sur tous les tons, par les sentinelles de nuit préposées à la garde de la capitale des Hovas. Or, au soir de la fête de l'Ascension, le jeudi 11 mai dernier, en lieu et place du vieux canon malgache, ce furent les formidables batteries souterraines qui se mirent à gronder.

Il était environ 9 heures; l'atmosphère sereine et tranquille. Soudain, un sourd grondement se fait entendre au " troisième dessous " de la vieille montagne granitique. Quelques secondes après, une violente secousse ébranle la " cité aux mille guerriers " *(Tananarivo)*. Puis, nouveau grondement sourd et prolongé, comme le roulement du tonnerre dans le lointain. Je ne saurais mieux comparer l'effet produit sur moi par le phénomène sismique qu'à celui qu'on perçoit dans une maison placée tout près de la voie ferrée, au passage d'un lourd convoi.

Grâce à Dieu, les secousses telluriques n'ont pas eu assez de violence pour amener des désastres. J'insisterai donc seulement à nouveau sur le fait que le tremblement de terre du 11 mai à Tananarive s'est encore produit après des pluies anormales tombées vers la fin d'avril et le commencement de mai.

Quelques jours avant, le 7 mai, à 7 heures et demie du matin, un autre tremblement de terre avait eu lieu à *Ambositra,* localité située à quatre journées de marche de Tananarive, vers le sud, sur la route de la capitale à *Fianarantsoa,* chef-lieu de la province Betsiléo. Là aussi les secousses telluriques furent précédées de pluies anormales pour la saison.

J'ai déjà, ici-même (1), attiré l'attention sur plusieurs coïnci-

(1) *Rev. des quest. scient.*, 2e série, tome II, octobre 1892, p. 672.

dences semblables à Madagascar. Mais, encore une fois, je ne prétends nullement tirer la moindre conclusion d'observations incomplètes: je me borne à signaler des faits.

Vers la même époque, arrivait à Tananarive M. Georges Muller, chargé d'une mission scientifique à Madagascar par le gouvernement français. Des recherches paléontologiques et géographiques sur la grande île africaine, tel était le but de cette mission.

M. G. Muller ayant bien voulu m'honorer de sa visite, nous eûmes ensemble d'assez longs entretiens, relatifs, notamment, à l'un des objets de sa mission, la recherche d'ossements d'Œpyornis, destinés à faire plus complète lumière sur la nature de cet oiseau géant dont l'espèce semble aujourd'hui éteinte.

A l'extrémité méridionale de la grande île africaine, entre les vingt-cinquième et vingt-sixième degrés de latitude sud, et les quarante-deuxième et quarante-cinquième degrés de longitude est de Paris, se trouve le pays des *Antandroy,* une des tribus les plus sauvages de Madagascar. Les *Antandroy* se nourrissent de maïs, de millet, de sorgho et de racines végétales. Ils ne boivent presque jamais d'eau, mais se désaltèrent avec la sève des " raquettes „ *(Cactus opuntia),* dont ils mangent aussi le fruit quand leur provision de céréales ou de racines est épuisée. Ces cactus couvrent le sol de la région qui serait encore, au dire des indigènes, le refuge de quelques Œpyornis vivants. Ce qu'il y a de certain, c'est que les débris de l'œuf gigantesque (1) de cet oiseau abondent dans cette partie de Madagascar. J'engageai donc M. Muller à y porter ses recherches.

Mais des ossements fossiles d'un oiseau de grande taille, vraisemblablement l'Œpyornis, ayant été découverts récemment à *Antsirabe,* dans le *Vakinankaratra,* à environ trois journées de marche de la capitale, quelques fouilles dans cette région s'imposaient tout d'abord. M. Muller se rendit dès lors à *Antsirabe,* et put y recueillir d'importants ossements en bon état de conservation (2).

(1) L'œuf de l'Œpyornis est d'une capacité d'environ huit litres, et d'un volume correspondant à près de cent cinquante œufs de poule.

(2) Il y a déjà quelques années, lors de son grand voyage à Madagascar, M. A. Grandidier avait découvert des ossements d'Œpyornis, en faisant pratiquer des fouilles dans un terrain marécageux à *Ambolisatra,* sur la côte ouest de la grande île. L'examen de ces ossements conduisit MM. Grandidier et Milne-Edwards à penser que l'Œpyornis devait être rangé dans la famille des oiseaux coureurs ou brévipennes, comme l'Autruche et le Casoar. — Cfr *Annales des sciences naturelles,* t. XII, Paris.

De retour à Tananarive, après quelques jours de repos et de préparatifs, le vaillant explorateur se mit en devoir de poursuivre le but géographique de sa mission, en allant reconnaître la région du lac *Alaotra,* au pays *Antsihanaka,* pour de là se rendre à *Mojanga,* par *Mandritsara* et les régions sakalaves à l'ouest de ce poste, puis de *Mojanga* gagner le sud de la grande île.

La compétence et les travaux géographiques du R. P. Désiré Roblet, missionnaire de la Compagnie de Jésus à Madagascar, sont bien connus. Aussi M. Muller voulut-il avoir l'aide et le concours de ce géographe expérimenté dans son voyage au lac *Alaotra.*

L'explorateur et le Père missionnaire quittèrent Tananarive le 28 juin, et se dirigèrent vers l'*Antsihanaka* par la voie d'*Andranobe* et d'*Anjozorobe.* Au début du voyage, le mauvais temps rendit les observations assez difficiles. Avant d'arriver à *Mandanivatsy,* où commence le territoire *Antsihanaka,* les deux voyageurs reconnurent le sommet de *Varavarambato,* qui sépare les versants est et ouest de l'île, et purent y faire un tour d'horizon et quelques observations astronomiques. A mesure qu'ils approchaient du lac, ils eurent à traverser plusieurs de ses affluents, parmi lesquels le *Sahamaloto* et le *Sahabe,* l'un des plus considérables qui, grossi des eaux de l'*Andranomainty,* de l'*Andranofotsy* et de divers autres petits cours d'eau, se jette dans le lac à son extrémité méridionale. L'exploration complète du pourtour d'*Alaotra* permettra de donner désormais une configuration plus exacte du grand lac de l'*Antsihanaka.*

Le pays traversé par les deux explorateurs est habité par des peuplades encore peu familiarisées avec l'Européen et exposées aux incursions des *fahavalo* (brigands). Pour se défendre contre l'ennemi, ils entourent leurs villages de hautes palissades. A *Ambakiloa,* les femmes, du plus loin qu'elles aperçurent la caravane de nos voyageurs, prirent la fuite saisies de frayeur. Dans un autre village, les indigènes refusèrent de vendre des vivres; M. Muller dut faire feu sur un poulet, dont il consola d'ailleurs le propriétaire par une généreuse indemnité.

A *Nadakana,* le gouverneur hova de la région venait de mourir.

Les coutumes funéraires des Hovas ont une certaine analogie avec celles des anciens Juifs. Ces derniers, par exemple, regardaient comme un souverain malheur d'être privés de la sépulture, et c'était pour eux une grande consolation de reposer dans le tombeau des ancêtres, un opprobre d'en être exclus. Ils voulaient qu'on y transportât leurs restes, quand ils mouraient sur

une terre étrangère. Jacob, avant de mourir, fit à ses enfants ce commandement : " Ensevelissez-moi avec mes pères dans l'antre double qui est dans le champ d'Éphron héthéen, qui regarde Mambré, au pays de Chanaan, et qu'Abraham acheta d'Éphron héthéen, avec tout le champ où il est situé, pour y avoir son sépulcre. C'est là qu'il a été enseveli avec Sara sa femme; c'est aussi là qu'Isaac et sa femme Rebecca ont reçu la sépulture ; et c'est là encore que repose Lia " (1). Et dans l'*Exode,* nous voyons " Moïse emportant aussi les ossements de Joseph, selon que Joseph l'avait fait promettre avec serment aux enfants d'Israël " (2).

Être privé ou exclu du tombeau de la famille ou des ancêtres, c'est pour le Hova le plus grand des malheurs. Si quelqu'un meurt loin de l'Imerina, son corps y est rapporté, souvent au prix de grands sacrifices, pour y être enseveli. Sur le parcours du littoral à la capitale, on rencontre souvent des porteurs ramenant ainsi le corps parfois même en décomposition, ou bien les ossements du Hova mort au loin ou tué à la guerre. Je connais tel grand officier hova qui, envoyé dernièrement comme gouverneur dans une province lointaine, aurait pris avec lui son cercueil, au départ de Tananarive, afin, sans doute, d'être plus assuré, en cas de décès, d'y être déposé et transporté au tombeau de ses pères.

Les repas mortuaires, les pleureuses, les joueurs d'instruments de musique, les ablutions ou purifications étaient en usage chez les Juifs. Nous rencontrons ces mêmes usages aux funérailles malgaches.

" Le nombre de bœufs immolés aux funérailles, dit le R. P. de La Vaissière dans la partie de son ouvrage consacrée aux mœurs et croyances des Malgaches (3), est proportionnel à la fortune du mort. Or chacun, de son vivant, a souvent réglé d'avance les dépenses à faire lors de ses funérailles, jusque dans les détails les plus minimes; et la somme nécessaire a été mise par lui en lieu sûr.

" D'après les dires de certains vieillards, la manducation de la viande des bœufs immolés aux enterrements aurait été substituée à celle des morts eux-mêmes. Ils prétendent, en outre, que ce cannibalisme n'avait point sa cause dans la barbarie, mais

(1) *Genèse,* ch. XLIX, v. 29-32.
(2) *Exode,* ch. XIII, v. 19.
(3) *Vingt ans à Madagascar.* Paris, 1885.

bien dans le plus vif amour. La famille le dévorait afin de le faire revivre dans toute la parenté par l'incorporation.

„ Il arriva cependant qu'un jour une mère, désolée d'avoir à servir de cette façon les restes de son fils chéri, proposa à la famille la chair d'un bœuf qu'elle immolerait et préparerait au goût de tous. La famille accepta ce genre nouveau de festin, et cet exemple fut suivi du peuple. Ainsi parlent les vieillards.

„ Au lieu de cette légende quelque peu hasardée, on ferait avec assez de vraisemblance remonter l'usage des repas mortuaires jusqu'au peuple juif. „

Josèphe, en effet, parlant des dépenses faites au festin des funérailles chez les Juifs, semble décrire ce qui se pratique encore de nos jours aux funérailles des chefs malgaches (1).

A l'occasion de la mort du gouverneur hova au pays *Antsihanaka,* nos voyageurs purent constater *de visu* que ces coutumes sont toujours en vigueur. Le cadavre du chef malgache était porté en Imerina par des serviteurs, pour être placé au tombeau des ancêtres; et de nombreuses têtes de bœuf, fixées à deux gros pieux, témoignaient de l'hécatombe et du repas funéraires.

La région ouest d'*Alaotra* est marécageuse; les crocodiles, et aussi les microbes de la fièvre paludéenne y pullulent. Elle est assez difficilement praticable, surtout comparée à la région est. C'est par cette dernière que le R. P. Roblet rentra à Tananarive, contournant le lac dans toute son étendue.

Les deux explorateurs s'étaient séparés à *Ambohitraivo.* M. Muller continua sa route vers *Mojanga* par *Mandritsara.* Arrivé sans trop de difficultés à ce poste hova, il prit ses dispositions pour traverser la région sakalave. A quelque distance du poste de *Iobaka,* la caravane de l'explorateur fut attaquée par une bande de *fahavalo.* M. Muller tomba, frappé par les balles des ennemis qui se précipitèrent alors sur lui, le percèrent de leurs lances ou sagaies et lui tranchèrent la tête, le mutilant horriblement.

Le corps de l'infortuné et vaillant explorateur a pu être retrouvé, mais non la tête, qui fut prise sans doute par les *fahavalo* en guise de trophée.

Rapportés à Tananarive, les restes de Georges Muller ont été l'objet d'une belle manifestation patriotique et religieuse.

Au cimetière d'Ambohipo, le R. P. Roblet, après les prières liturgiques, a dit, en quelques paroles émues, un touchant adieu

(1) Cfr *Histoire de la guerre des Juifs,* par Flavius Josèphe, livre II, ch. I.

à son compagnon d'exploration : — " Cher ami, mon bon compagnon de voyage, oui, je l'espère, Dieu a votre âme ! Oui, vous avez obtenu de ce Père tout miséricordieux la grâce du pardon, car vous aviez la foi. Vous me l'avez dit, vous adressiez chaque jour votre prière au Tout-Puissant, sinon toujours de bouche, au moins de cœur. Et ce qui confirme surtout mon espoir, c'est que vous aviez une dévotion qui ne trompe pas : vous portiez toujours sur vous l'image bénie de Marie, la Vierge très sainte, notre mère du ciel. Aussi je ne vous dis pas adieu pour toujours, mais au revoir dans l'éternelle et céleste patrie ! "

Un autre explorateur, M. E. Gautier, envoyé, lui aussi, par le gouvernement français en mission scientifique à Madagascar, pour étudier la partie occidentale de la grande île africaine, avait vu dernièrement sa caravane arrêtée par les *fahavalo,* une grande partie de ses bagages et de ses instruments pillés, un de ses hommes tué et un autre assez grièvement blessé. Obligé de rentrer à Tananarive, M. Gautier n'hésita pas à reformer une nouvelle caravane ; et nous venons d'apprendre qu'il est heureusement arrivé à *Morondava,* d'où il est parti pour se diriger par le *Tsiribihina* vers *Ankavandra.*

Une remarquable série de roches recueillies par M. Gautier a été envoyée au laboratoire de géologie du Muséum de Paris. Ces roches ont été étudiées par M. Stanislas Meunier. La grande majorité des spécimens concernent des roches calcaires, dont le grand intérêt consiste en ce que la plupart renferment des fossiles dont l'étude conduit à reconnaître que les terrains d'où proviennent les échantillons sont jurassiques et crétacés. Les espèces les plus reconnaissables sont l'*Ostrea frons* Parkinson, l'*Ostrea santoniensis* d'Orbigny et l'*Ostrea columba* Lamarck.

D'autres collections, que ne manquera pas de faire M. Gautier au cours de ses explorations, ne seront certainement pas de moindre intérêt pour la science. Ainsi, peu à peu, grâce à l'initiative, au zèle et aux beaux travaux de M. A. Grandidier, qui a ouvert la voie, grâce au concours et aux sacrifices de savants dévoués, d'intrépides missionnaires et d'explorateurs, la lumière se fera sur la grande île africaine.

Paul Camboué, S. J.,
missionnaire catholique à Tananarive (Madagascar).

20 octobre 1893.

NOTES

Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris, tome CXVII, octobre, novembre et décembre 1893.

N° 14. **K. Pearson** vient de publier la deuxième et dernière partie de *A History of the Theory of Elasticity* de Todhunter contenant l'analyse des travaux qui ont paru de 1850 à nos jours.

J. Colin. La capacité initiale de polarisation électrique d'une lame de platine diminue ou augmente suivant qu'elle a servi à dégager de l'hydrogène ou de l'oxygène.

N° 15. **E. Picard.** Il existe une infinité de systèmes de m fonctions, uniformes dans tout le plan, n'ayant que des discontinuités polaires, admettant une période et telle que leurs nouvelles valeurs, quand on augmente leur argument d'une constante ω, soient liées à leurs anciennes valeurs par les formules d'une transformation birationnelle (N° 19). Certaines équations différentielles admettent pour intégrales des fonctions de cette nature.

P. A. Dangeard, qui a déjà établi l'existence d'une pseudo-fécondation chez les champignons de l'ordre des Urédinées, vient de prouver qu'il en est de même dans celui des Ustilaginées.

N° 16. **Amagat** obtient des cristaux de glace sous zéro par décompression de l'eau. La pression, dans ces expériences, n'a pas dépassé un millier d'atmosphères. On peut se demander si, sous des pressions suffisantes, la densité de la glace ne deviendrait pas supérieure à celle de l'eau et si, par suite, il n'existerait pas une sorte de point d'inversion à partir duquel le changement d'état par compression n'aurait pas lieu dans le même sens que pour les autres liquides. Le chlorure de carbone présente peut-être un point d'inversion analogue et de sens contraire.

Lie vient d'achever, avec la collaboration de ses élèves, la publication de la partie générale de sa théorie des groupes finis de transformation.

Le Chatelier. Pour établir les équations de la thermodynamique, sans faire d'hypothèse sur la nature de la chaleur, on doit ajouter aux principes expérimentaux de Joule et de Carnot, un troisième principe de même nature que l'on peut énoncer ainsi : " On ne peut extraire de l'énergie d'un système sans que deux au moins de ses parties éprouvent des changements de sens contraire. "

Balland. La température intérieure du pain sortant du four est de 100 à 102 degrés. **A. Girard** (n° 18) a toujours trouvé 101 degrés.

N° 17. **Tisserand** vient de publier le tome troisième de son *Traité de Mécanique céleste,* entièrement consacré à la théorie de la Lune. Il rappelle à ce propos que l'on n'est pas parvenu jusqu'à présent à expliquer complètement le mouvement du périgée de cet astre; dans l'intervalle de deux siècles environ, la Lune s'écarte progressivement de la position calculée, sans que la différence dépasse une seconde de temps.

L. Natanson donne l'exemple d'un système purement dynamique qui réalise le phénomène de la dissipation de l'énergie.

N° 18. **Chambrelent.** La récolte exceptionnelle de vin en 1893 est due aux conditions climatériques d'abord, puis à la continuation de la défense de la vigne contre ses ennemis : l'oïdium que l'on combat par le soufrage (indiqué par Duchartre), le phylloxera dont on triomphe à la longue par le sulfure de carbone (remède dû à Thénard fils), le mildiou contre lequel Millardet a imaginé le sulfatage. — Grâce aux irrigations, les prairies de la Camargue ont eu aussi un rendement très élevé.

Marey vient de publier, en un volume intitulé *Le Mouvement,* une longue série de recherches faites en vue de donner à toutes sortes de mouvements leur représentation objective. Tantôt au moyen d'un style, tantôt par la chronophotographie, l'auteur a pu analyser un grand nombre de mouvements mécaniques, puis les divers modes de locomotion de l'homme et des animaux.

Potain est élu membre de l'Académie en remplacement de Charcot.

P. Marchal. Chez les guêpes ordinaires, les ouvrières, lorsqu'elles sont suffisamment nourries, donnent naissance, par parthénogénèse, à des mâles, la reine fécondée, au contraire, donne naissance à des femelles, ouvrières comprises, et peut-être à des mâles, à la fin de la saison. Le réceptacle séminal des ouvrières fécondes ne contient jamais de spermatozoïdes; celui de la reine en contient de nombreux jusqu'à la fin de la saison.

N° 19. **A. Chatin.** L'Anatomie, l'Embryogénie, la Morphologie et la Paléontologie végétales concourent à établir que la variété ou la multiplicité des organes, et plus encore leur localisation (n° 23) est un signe de l'élévation des espèces.

Gley et Charrin. L'immunité contre le bacille pyocyanogène peut se transmettre chez le lapin, dans des cas assez rares, du père, seul vacciné, aux descendants.

M. Boule et Ph. Glangeau. Le *Callibrachion Gaudryi,* reptile du permien d'Autun, est intermédiaire entre les Reptiles anciens et les Lézards actuels.

N° 20. **Chambrelent** est mort le 13 novembre 1893, à l'âge de 76 ans. On doit à cet éminent ingénieur des Ponts et Chaussées le dessèchement des Landes, la fertilisation de la Camargue et d'importants travaux d'endiguement des torrents des Alpes.

Bigourdan. L'étoile nouvelle de la constellation du Cocher vient de changer d'éclat, d'une grandeur entière, en moins d'un mois. En réalité, cet astre est une nébuleuse et l'observation spectroscopique prouve qu'elle est animée d'un mouvement radial considérable.

A. Chassevant et **Ch. Richet.** On doit distinguer, dans l'action toxique des sels sur la fermentation lactique, la dose qui entrave la pullulation de la dose, souvent plus forte, qui arrête l'activité fonctionnelle.

N° 21. **Moissan** a imaginé un nouveau four électrique à réverbère et à électrodes mobiles qui lui permet de préparer assez aisément le siliciure de carbone et celui de vanadium.

P. Painlevé est parvenu à des résultats nouveaux et importants dans la théorie des équations différentielles du second ordre (Voir aussi les n^os^ précédents).

E. Mer. L'attaque de l'aubier par les insectes est due à la présence de l'amidon dans ce tissu. On rend l'aubier réfractaire à la vermoulure en faisant disparaître l'amidon de l'aubier, soit en décortiquant l'arbre sur pied plusieurs mois avant l'abatage, ou plus simplement en pratiquant une annélation à la partie supérieure du tronc et ayant soin de supprimer toutes les pousses qui se développent sous l'anneau. (N° 26.) L'écorcement n'a aucune influence sur les propriétés mécaniques du bois.

H. Schardt. Les Alpes du Chablais et du Stockhorn, en Savoie et en Suisse, se présentent comme un morceau de terre étrangère au milieu des Alpes et semblent une vaste masse de recouvrement; ce recouvrement s'est fait principalement du nord au sud.

N° 22. **E. Guyou** parvient à donner une théorie mathématique du clapotis, d'accord avec l'expérience.

Bazy. Contrairement à l'opinion commune, la vessie peut absorber des poisons minéraux et microbiens.

Geneste. La greffe souterraine, appliquée judicieusement, peut servir à sauver les vignes menacées ou malades ; elle remplace les racines par des racines plus résistantes. **A. Detroyes** (n° 24) a proposé antérieurement le même procédé.

A. Badoureau fait connaître de nombreux faits qui prouvent le mouvement lent ascensionnel de la Scandinavie, par rapport à l'Océan. La cause de ce phénomène paraît devoir être cherchée dans le récent échauffement du sol et du sous-sol de cette région, depuis la dernière époque glaciaire.

N° 23. **Riggenbach** est élu Correspondant en remplacement de Colladon.

A. Angot. Les observations de Vallot sur le Mont Blanc donnent une vérification de la formule de Laplace pour le calcul de la hauteur des montagnes au moyen du baromètre, jusqu'à une hauteur d'environ 5000 mètres.

L. Vignon. Les solutions de sublimé au millième, exposées quelques jours à la température ordinaire, s'appauvrissent rapidement ou lentement selon qu'elles sont conservées en vase ouvert ou en vase clos. Si l'on associe au sublimé du carmin d'indigo, de l'acide chlorhydrique ou des chlorures alcalins, on augmente la durée de la conservation des solutions dans de larges proportions. **Tanret** (n° 26) n'a constaté l'appauvrissement que dans le cas où l'air est chargé de vapeurs ammoniacales.

N° 24. **F. M. Raoult**. La loi qui relie les densités des vapeurs saturées aux lois de congélation et de vaporisation des dissolvants, établie expérimentalement, est d'accord avec des formules théoriques de van 't Hoff et Arrhenius.

Hadamard complète le célèbre théorème d'Abel sur l'impossibilité de trouver une fonction de n qui, multipliée par le terme général d'une série, donne un produit dont la convergence vers zéro, quand n croît indéfiniment, assure la convergence de la série.

E. Carvallo. De nouvelles expériences de Rubens confirment la formule proposée par l'auteur dans la théorie de la dispersion.

J. Danysz est parvenu à cultiver artificiellement certains microbes pathogènes et à les employer, dans la grande culture, à la destruction des petits rongeurs (campagnols, mulots, etc.).

N° 25. Parmi les lauréats auxquels il a été décerné des prix dans la séance publique de l'Académie, nous citerons : **G. Koenigs**, pour l'ensemble de ses travaux de géométrie et de mécanique ; **Flamant**, pour ses recherches de mécanique appliquée ; **E. H. Amagat**, pour ses études sur les gaz et les liquides soumis à de hautes pressions ; **G. Lemoine**, pour l'ensemble de ses travaux de chimie et spécialement sur les équilibres chimiques ; **Fayol**, pour ses études sur l'origine de la houille ; **R. Zeiller**. pour ses découvertes et ses ouvrages sur la flore fossile des terrains houillers ; **Millardet**, inventeur de la bouillie bordelaise contre le mildiou; **A. Hall**, pour la découverte des satellites de Mars ; **Barnard**, pour celle du cinquième satellite de Jupiter ; **Stieltjes**, pour ses travaux mathématiques ; **M. Bertrand**, pour sa théorie de la coordination des accidents de l'écorce terrestre; **Blondlot**, pour sa détermination expérimentale de la vitesse de propagation d'une perturbation électrique dans un fil, vitesse qu'il a trouvée égale à celle de la lumière.

N° 26. **Appell** lit une notice sur **O. Bonnet** (né à Montpellier, le 22 décembre 1819, mort à Paris, le 22 juin 1892), à qui l'on doit des recherches classiques sur la théorie infinitésimale des surfaces et d'autres travaux mathématiques.

Berthelot. L'élévation de température capable de provoquer l'inflammation spontanée du foin résulte de réactions purement chimiques, qui portent sur des produits modifiés au début par les fermentations.

P.-P. Dehérain. La quantité de nitrate contenue dans les eaux de drainage d'hiver des terres nues est encore très considérable bien que moindre qu'en été.

Dunér. Il n'y a probablement pas d'oxygène dans le Soleil.

A. Leduc. La composition de l'air étant variable, il serait préférable, dans les recherches de précision, de rapporter les densités à l'azote pur plutôt qu'à l'air.

C. Phisalix et G. Bertrand. Le venin, le sang et le sérum de la vipère contiennent des principes toxiques insolubles dans l'alcool, qui tuent le cobaye en produisant une vaso-dilatation générale avec taches hémorrhagiques dans les viscères et un abaissement énorme de température.

H. Coupin. La dessiccation naturelle des graines, après destruction du funicule, a lieu par transpiration, non par évaporation.

P. M.

Bruxelles. — Imp. Polleunis et Ceuterick, rue des Ursulines, 37.

LES EXPLICATIONS PHYSIQUES

DE LA MÉMOIRE

La mémoire est la faculté psycho-sensible qui reconnaît les images en l'absence de leurs objets et nous donne la notion si précieuse du passé. Sa nature organique, longtemps méconnue, n'est plus contestée ; mais on veut de nos jours pénétrer plus avant dans sa connaissance, on cherche avec une ardeur inquiète et quelque peu brouillonne son mode physiologique, son véritable fonctionnement, et plusieurs croient l'avoir découvert. L'état de la science cérébrale autorise-t-il de telles espérances ? Les *théories physiques de la mémoire* qu'on nous propose sont-elles marquées au coin de la vraie science et s'inspirent-elles d'une saine philosophie? Sont-elles acceptables au seul point de vue physiologique ? Nous ne le pensons pas, nous ne l'avons jamais pensé, et nous allons donner ici, en quelques pages, les raisons motivées de notre sentiment. En soumettant aux lecteurs de la *Revue* toutes les pièces du procès, nous sommes assuré que leur jugement sera le nôtre et qu'ils condamneront avec nous ces hypothèses aventureuses qui se couvrent du manteau de la science pour ruiner l'esprit scientifique et préparer le triomphe du matérialisme.

I

Nous sommes loin du temps où une philosophie éclectique et facile rangeait la *mémoire* au nombre des facultés *intellectuelles,* et nous avons peine à comprendre aujourd'hui l'aberration mentale à laquelle obéissaient nos aînés et... nos maîtres en outrageant de la sorte la vérité des faits. Ouvrez les traités de psychologie qui avaient cours... et *force de loi,* il y a seulement vingt ans, et vous verrez avec stupeur que la mémoire n'appartient pas au domaine sensible ou du moins qu'elle relève essentiellement de l'intelligence. « Il n'y a pas, nous dit-on, d'opération psychique où se montre *plus clairement* l'activité inépuisable de l'esprit. » Qu'est-ce à dire ? La mémoire serait-elle spirituelle, indépendante des organes, détachée de tout lien corporel ? Les auteurs les plus spiritualistes ne vont pas jusque-là; mais, s'ils concèdent à l'organisme une part de la mémoire, ils la font aussi petite que possible. « L'état du corps, et particulièrement l'état du cerveau, dit un philosophe classique (M. Pellissier), exerce sur la *mémoire* une *influence qu'on ne peut ni méconnaître ni expliquer.* » Voilà tout ce qu'on daigne accorder aux organes, au cerveau : une certaine influence ! C'est peu, et surtout c'est faux. Il est nécessaire de rompre décidément avec la routine incurable des vieilles doctrines et d'intervertir les rôles absolument méconnus ; il faut accorder à l'esprit une influence réelle, importante sur la mémoire, mais aussi attribuer la fonction à l'organe, la mémoire au cerveau.

On ne conteste plus, nous l'avons dit, la nature organique de la mémoire. L'accord semble fait sur ce point entre les écoles, et c'est un heureux progrès sur le passé. S'il a peu à peu déserté la philosophie officielle, le spiritualisme trouve toujours dans la scolastique un rempart inébranlable : or aucun enseignement n'est plus affirmatif que le thomisme sur la nature sensible de la mémoire.

D'autre part, les Facultés d'État, trop souvent portées à adorer le soleil levant, sont toutes à la *psycho-physiologie* qui a les faveurs de la vogue et prétend renouveler la science de l'âme; mais là encore, comme dans les écoles matérialistes, on ne reconnaît à la mémoire qu'une base, le cerveau. Il n'y a donc qu'une opinion.

La mémoire est une fonction organique, nerveuse; et ce qui le prouve bien, c'est qu'elle est commune à l'homme et aux animaux. Assurément la mémoire de l'homme n'est pas celle de la bête, ne lui est pas même comparable. Mais l'animal a, comme nous, le souvenir des sensations reçues, des impressions et des passions éprouvées, et, s'il n'a pas l'idée du temps, il a du moins la notion sensible du passé. Sa vie, qui repose à la fois sur l'instinct et sur l'habitude, serait impossible sans cette importante fonction qui gouverne en quelque sorte son activité et lui rappelle à temps ce qu'elle doit rechercher et ce qu'elle doit fuir. Il y a bien des siècles que saint Augustin, cet esprit si perspicace et si philosophique, a signalé la *mémoire des bêtes* et en a apprécié toute la valeur. « La brebis et l'oiseau, dit-il, possèdent la mémoire; sans elle, ni la brebis ne retrouverait la bergerie, ni l'oiseau son nid; et ainsi des autres choses auxquelles ils s'habituent; les habitudes ne seraient même pas possibles sans la mémoire (1). »

L'organe de la mémoire relève du système nerveux central et n'est pas difficile à trouver. C'est indubitablement celui de l'imagination dont elle dérive, c'est le cerveau. Mais, il faut l'avouer, l'organe, que nous connaissons dans ses parties anatomiques et que nous commençons à pénétrer dans son fond histologique, ne nous fait pas deviner son fonctionnement. Qu'est-ce que l'*imagination* au sens physiologique? Il est malaisé de le dire, et nos savants les plus audacieux reculent devant la tâche. Impuissants à révéler le « comment » de l'imagination,

(1) *Confessions*, livre X, ch 17.

pourquoi n'hésitent-ils pas à se lancer dans d'étranges hypothèses pour nous apprendre le « comment » de la mémoire, qui dépend rigoureusement de la première faculté ? C'est une des mille contradictions où tombent les matérialistes et qui jugent leur système.

L'imagination est irréductible aux théories de la *psychophysique*. Pourquoi ne se prête-t-elle pas à une explication satisfaisante ? N'est-ce pas parce qu'elle forme la trame même de nos pensées ? C'est la base inéluctable de l'exercice psychique : *nous ne pouvons rien penser sans elle*. L'image, qui est la condition de nos jugements, de nos raisonnements, *ne saurait se définir par elle-même*, et tous les efforts tentés pour en faciliter la compréhension restent vains et puérils. Est-elle, comme on l'a dit, semblable à la sensation, quoique d'un moindre degré ? Constitue-t-elle un *état faible*, alors que la sensation serait un *état fort ?* Il faut être... matérialiste pour le croire et se contenter, sans preuve, d'affirmations aussi légères. L'expérience commune n'appuie pas les étranges conceptions d'Herbert Spencer : elle montre que l'image n'est pas la sensation, ni surtout un « décalque », un *résidu* de cette sensation ; elle affirme que l'image est d'une nature spéciale et supérieure et que, tout comme la sensation, elle est tantôt vive et saisissante, tantôt vague et obscure. Il y a, dans l'une et l'autre, des gradations variées, indéfinies d'intensité, qui vont de l'image ou de la sensation nette à l'image ou à la sensation inconsciente. N'en déplaise à nos adversaires, la nature est plus vaste et plus compliquée que ne le voudraient leurs théories simplistes.

Aucune fonction n'est plus riche en étendue, en force, en ressources de tout genre que l'*imagination humaine*, et le matérialisme n'est pas près d'en rendre raison. Mais ne soyons pas exigeant, et, pour la commodité de nos adversaires, laissons de côté l'*imagination psychique* qui les déconcerte et demandons-leur uniquement le secret de l'*imagination sensible*. Quel est le « mécanisme » de l'*ima-*

gination animale ? Devant cette simple question, nos savants se taisent obstinément ; et nous pourrions certes nous contenter d'un tel aveu d'impuissance, sans chercher plus loin leur condamnation dans l'examen critique des théories fantaisistes qu'ils ont *imaginées* pour expliquer la mémoire.

II

L'hypothèse qui a droit au premier rang pour sa singularité est celle qui attribue la mémoire..... à la déformation des cellules cérébrales : elle n'est pas imputable aux physiologistes, hâtons-nous de le dire, elle émane de la plume d'un savant philosophe qui s'appuie avec confiance sur saint Thomas et croit voir très nettement le jeu des organes sensibles.

« Toute cellule *qui a fait un mouvement*, déclare notre auteur, garde quelque chose de ce mouvement, de même que tout corps qui a subi une inflexion garde très longtemps quelque chose de cette inflexion. Les molécules, dérangées de leur position première, ne la reprennent jamais complètement et restent disposées à se prêter à la position déjà occupée. Pliez une feuille de papier, elle conservera très longtemps la tendance à reformer le même pli. Une fois remise à plat sur la table, il suffit qu'un souffle quelconque l'agite pour qu'elle reprenne le pli primitif. *Ainsi la cellule, quand une forme lui a été imposée fortement* (il n'y a que les impressions fortes ou répétées qui se conservent), *si le cours du sang ou l'influx nerveux vient à la secouer* (!), *tendra tout naturellement à reprendre la forme déjà subie.* Le retour de cette forme sollicite la puissance qui rappelle la même image déjà présentée. »

Voilà un texte que ne désavouerait pas le plus téméraire des psycho-physiciens et qui appartient cependant à un adversaire décidé et convaincu du matérialisme. D'où vient cet étrange et contradictoire rapprochement ? Com-

ment les partisans et les ennemis du spiritualisme s'unissent-ils ici pour ruiner la doctrine animiste et professer à l'envi un mécanisme aussi absolu que grossier ? Leur accord imprévu ne saurait sortir de la vérité des faits, il ne peut se baser que sur l'ignorance, et nous allons facilement le montrer.

Le texte de notre auteur n'est pas isolé : il traduit malheureusement une tendance de la plupart des philosophes, tendance très regrettable que notre devoir est de signaler et de combattre. Ces philosophes, qui n'admettent aucune concession sur les principes de leur doctrine, même sur des points secondaires et contestables, sont tout disposés, au contraire, sur le terrain physiologique, à abandonner les prétentions les mieux justifiées, à méconnaître les axiomes les plus incontestables et à composer avec les théories les plus dangereuses et les moins vérifiées du positivisme. Le *mécanisme animal* ne leur fait pas peur, le *réflexe cérébral* leur plaît, l'*automatisme* les ravit. Autant ils sont obstinés dans la défense de leur antique citadelle, dans l'usage d'armes démodées, autant ils sont faciles à gagner par les doctrines nouvelles, à circonvenir par le mot magique et trompeur de *science* et prêts à ouvrir la brèche à leurs pires adversaires. L'ignorance est leur seule excuse.

Tout en professant bien haut l'*animisme*, nos philosophes ne se rendent pas compte de ses exigences en physiologie et n'ont pas la moindre idée des conditions premières de la vie : ils croient possible, après avoir affirmé théoriquement l'existence et l'empire de l'*âme*, de supprimer dans la pratique cette âme nécessaire et de considérer la matière vivante absolument comme la matière brute. Étrangers à la science biologique, ils ne voient pas que le composé humain est *un* par nature, et que la moindre de ses parties, la dernière des cellules, dépend de l'âme tout comme l'ensemble. Les forces physico-chimiques participent à l'exercice de la vie, mais ne constituent pas cette

vie même : la matière brute se transforme, se sublime en quelque sorte en devenant matière vivante, et, comme le disait nettement Claude Bernard, *la propriété évolutive de l'organisme n'est ni de la physique ni de la chimie.* Les lois de la physique ne sont donc pas celles de la physiologie ; et on ne saurait faire la moindre concession à l'*organicisme* qui s'efforce de les confondre, sans méconnaître les caractères essentiels de la vie et sans renverser la doctrine animiste.

Dès lors, comment admettre l'explication mécanique et brutale de la mémoire qu'un philosophe spiritualiste nous propose et qu'aucun physiologiste, même parmi les sectaires, n'a encore eu l'audace d'imaginer? Comment croire de bonne foi aux *mouvements*, aux *secousses*, aux *déformations* des cellules cérébrales ? Comment supposer un instant que dans ces élémentaires mouvements se trouve la cause adéquate d'une de nos facultés les plus merveilleuses? Ce machinisme grossier, même en le considérant au point de vue des faits et en dehors des principes qui le condamnent, a le double et grave inconvénient de n'avoir jamais été constaté et d'être impossible.

Les histologistes, dont nul ne met en doute l'adresse et la sagacité, n'ont pas encore vu de cellules *déformées:* trop heureux s'ils connaissaient seulement toutes les *formes* des innombrables cellules qui peuplent l'encéphale! A vrai dire, ils ne sauraient même pas concevoir comment, dans la trame compacte et serrée du tissu cérébral, les cellules *pourraient* se mouvoir et changer de forme. C'est une objection insurmontable qui se dresse non seulement ici, mais contre toutes les théories mécaniques de la sensation en général et de la mémoire en particulier.

La théorie qui a obtenu la plus grande et la plus longue vogue parmi les philosophes et les savants de nos jours est celle qui fait reposer la mémoire sur les *vibrations* des fibres et des cellules cérébrales. Elle est assuré-

ment très séduisante par sa simplicité ; mais, comme la précédente, elle n'est acceptable que si l'on fait une abstraction complète des caractères physiologiques de la sensibilité et de la nature spéciale de la vie.

Il ne faut pas s'étonner, après ce que nous avons dit, de la voir plutôt adoptée et défendue par les spiritualistes que par les savants matérialistes. L'étude de la biologie apprend la réserve et la prudence aux plus décidés ; mais l'ignorance a ses audaces. Pourquoi la science fait-elle si souvent défaut à ceux qui en ont le plus rigoureux besoin et qui ne sauraient édifier solidement leur doctrine sans l'appuyer sur les faits ?

Un philosophe thomiste de talent, que nous estimons beaucoup et qu'il nous est d'autant plus pénible de combattre, M. l'abbé Farges, s'est fait très innocemment le champion de la thèse matérialiste et l'a exposée dans toute sa rigueur au cours d'un travail important sur le cerveau. « Si la vibration physique, lumineuse, sonore, etc., dit-il, *qui constitue l'image,* persiste dans l'une des innombrables fibres ou cellules cérébrales, et si elle persiste en *acte,* il nous est désormais plus facile de comprendre qu'elle puisse réveiller la puissance de l'âme et la déterminer à revoir tel objet plutôt que tel autre. L'image physique déjà existante dans l'organe cérébral deviendra physico-psychique par un simple effort d'attention et un acte de conscience. En même temps cet effort lui donnera comme un ébranlement nouveau, qui la ravivera si elle était en voie de s'affaiblir et de s'éteindre.

» ... Cette théorie physiologique (?) de la mémoire, *qui repose sur la persistance des phénomènes vibratoires dans les fibres cérébrales,* peut aussi jeter quelque lumière sur le phénomène si curieux de l'*association des idées-images,* phénomène fondamental de la vie animale, puisque c'est l'association de nos souvenirs qui les réveille successivement l'un après l'autre, et dirige la marche *automatique* de l'imagination, des appétits et des mouvements. Étant

supposé qu'une image, dont je ressuscite en ce moment le souvenir, soit, *quant à son élément physique,* un *phénomène vibratoire,* il serait tout naturel *que cette image pût faire vibrer par influence toutes les fibres cérébrales capables de résonner à l'unisson,* c'est-à-dire qu'elle pût réveiller d'autres images latentes plus ou moins semblables, à cause précisément de cette similitude. Que de fois, en effet, des mots qui ont une même orthographe s'appellent mutuellement dans notre souvenir! Que de fois la rime suggère le mot à l'esprit du poète! Que de fois la même consonnance engendre spontanément le calembour!

» Voilà donc la première loi de l'association, la loi de ressemblance, qui serait expliquée. L'autre loi non moins importante, celle de la contiguïté, recevrait aussi une explication analogue. *L'ébranlement* d'une image ressuscitée par le souvenir *pourra se communiquer aux parties voisines et contiguës du cerveau* et y réveiller les images qu'elles conservent (1). »

L'hypothèse imaginée par M. l'abbé Farges est assurément ingénieuse, mais ne se concilie nullement avec l'enseignement de l'animisme qu'il prétend servir. Il y a mieux : elle n'a pas cours en physiologie. Pourquoi les philosophes iraient-ils plus loin que les savants de profession, sur une question qui relève manifestement de la science? Il ne faut pas être plus royaliste que le roi.

Que de savants professeurs, au cours de leurs démonstrations, pour donner corps à leurs idées et se faire entendre de leur auditoire, parlent parfois d'ébranlements, de vibrations des nerfs, c'est non seulement possible, mais nécessaire : c'est la faute du langage humain qui est si nettement disproportionné avec l'intelligence et qui doit puiser ses termes dans le monde physique. Mais pas un physiologiste, à notre connaissance, n'a, de propos délibéré, fait reposer la mémoire sensible sur les vibrations

(1) *Le Cerveau, l'âme et les facultés,* pp. 276-278.

des fibres cérébrales. Pourquoi cette réserve? Faut-il l'attribuer à l'insuffisance, à la timidité des savants, ou encore à leur respect outré de la tradition spiritualiste? Assurément non. On n'ignore pas l'audace extrême des savants, leur incrédulité trop répandue. Beaucoup ne croient ni à Dieu ni à l'âme, et ne voient partout que de la matière : en principe, ils admettent le mouvement universel, mais, sur le terrain biologique encore si mal exploré, ils n'avancent que prudemment, l'expérience à la main. Ils se gardent de toute hypothèse que les faits ne confirment pas, brident l'imagination vagabonde et n'hésitent pas au besoin à avouer leur ignorance.

La physiologie, répétons-le, n'est pas la physique, et les lois de l'une ne se comparent pas à celles de l'autre. La matière animée a des caractères propres, irréductibles. L'un des plus frappants, et le plus important, est l'*unité* qui embrasse toutes les parties de l'être et résulte du principe d'animation. Or les théories physiques de la vie ou de la sensibilité ne tiennent aucun compte de cette unité fondamentale et sont directement contraires à l'animisme qui l'enseigne.

La thèse de M. l'abbé Farges n'échappe pas à ce grave reproche. Notre auteur, nous le savons, se défend énergiquement de servir la cause matérialiste et prétend tout sauver *avec cette seule restriction :* qu'il n'entend parler que de l'*élément physique* de l'image, et non de son *élément psychique,* « la conservation des sensations étant, comme la sensation même, un fait de nature mixte ou physico-psychique » (1). Mais l'unité incomparable de la vie ne se scinde pas plus au gré des philosophes qu'à celui des expérimentateurs. Et c'est, à notre sens, pousser à l'extrême licence le système des distinctions logiques que de voir et de séparer dans les fonctions animales deux éléments distincts et comme opposés, l'élément physique

(1) *Op. cit.*, p. 276.

et l'élément psychique. Une fonction ne se divise pas plus que l'organisme qu'elle soutient et dont elle émane. Les éléments physico-chimiques mêmes qui servent la vie perdent leur indépendance et leur individualité en entrant dans le corps animé. Sans doute l'organisme se réduit en dernière analyse — et chimiquement parlant — à quelques corps simples ; mais, *tant qu'il vit, il ne se compose réellement que d'éléments propres*, figurés ou non, de *cellules* et de *fibres*. Et, tout comme l'organisme entier, la moindre cellule est irréductible aux lois de la physique.

La théorie qui explique la mémoire par les vibrations des fibres cérébrales n'est pas, ne saurait être *physiologique*. Elle ne simplifie pas le problème physico-psychique, comme on le prétend ; elle le complique et le dénature en égarant les esprits sur une fausse piste et en les détournant des recherches biologiques, seules nécessaires, seules profitables. Comment les fibres cérébrales vibrent-elles ? Comment leurs mouvements se différencient-ils pour produire ces associations complexes de mots et de choses qui forment la mémoire ? On ne saurait le dire ; et les savants réfléchis se refuseront toujours à admettre l'identification de la sensibilité et du mouvement, du moral et du physique, de l'âme spirituelle et de la matière brute.

III

L'explication de la mémoire n'est pas donnée par la physique. Se trouve-t-elle dans la chimie ? Plusieurs l'ont cru, cherchant avec une louable ardeur et une logique douteuse la raison de la vie et des fonctions sensibles dans les multiples combinaisons des atomes et des molécules. On a tenté un rapprochement entre la puissance que possède le cerveau de conserver les impressions reçues et la propriété singulière qu'ont certains corps minéraux de dégager de la lumière dans l'obscurité après avoir été

éclairés par les rayons solaires. Cette théorie de la *phosphorescence* est bien spécieuse, très superficielle, peu scientifique, mais elle a obtenu l'adhésion de quelques savants et de nombreux philosophes. M. l'abbé Farges est du nombre : il l'expose très clairement en ces termes :

« Grâce aux travaux des physiciens modernes, nous savons maintenant que chaque rayon coloré du spectre solaire peut faire vibrer à l'unisson les corps qui en sont frappés, et que ces vibrations lumineuses peuvent se prolonger fort longtemps. Niepce de Saint-Victor a montré le premier que la lumière pouvait être en quelque sorte emmagasinée sur une feuille de papier, et persister *à l'état de vibrations silencieuses* pendant un temps plus ou moins long, prêtes à paraître à l'appel d'une substance révélatrice. Et c'est ce principe que les photographes appliquent chaque jour, lorsque après avoir exposé à la lumière, pendant quelques secondes, une plaque de gélatino-bromure d'argent, ils développent, quelques heures et même quelques mois après, l'image latente qu'ils y ont emmagasinée. Ce qui prouve encore que la plaque photographique a bien conservé les traces des vibrations lumineuses qui l'ont frappée, c'est ce fait bien constaté que l'ébranlement persistant dans la plaque impressionnée va en s'affaiblissant chaque jour, comme on voit s'affaiblir graduellement dans un membre une impression de chaleur, si bien qu'au bout d'un certain temps elle finit par s'éteindre tout à fait et disparaître : les réactifs ordinaires sont alors impuissants à réveiller l'impression qui n'est plus.

» *Cette propriété qu'ont les substances inorganiques de pouvoir conserver plus ou moins longtemps le mouvement qui leur a été communiqué, se retrouve d'une manière assez saisissante dans la substance vivante des tissus nerveux.* Non seulement elle peut *vibrer par influence*, sous l'action de la lumière, du son, de la chaleur et des autres agents extérieurs, mais encore elle peut *persister plus ou*

moins longtemps dans l'état vibratoire où elle a été mise, et, pour ainsi dire, *retenir* l'impression reçue.

» On sait que la durée des impressions lumineuses sur la rétine peut être au moins vingt fois plus longue que celle de la lumière. Le charbon ardent, qu'on fait tourner autour d'une corde et qui nous donne l'illusion d'un cercle de feu, est une expérience vulgaire qui suffirait à le prouver... De même pour les impressions auditives et même les impressions tactiles... Il est donc certain que les organes nerveux peuvent retenir les vibrations lumineuses qui les ont mis une fois en activité. Mais tandis que les organes périphériques des sens externes ne sont doués de cette puissance coercitive que d'une manière limitée et très restreinte, les sens internes au contraire, les éléments cérébraux en jouissent au plus haut degré. Ils retiennent *sous une forme amoindrie sans doute*, mais pourtant très exacte, les images venues de la périphérie, et peuvent les réveiller dans toute leur fraîcheur ou leur vivacité après de longues années, et même pendant toute la durée d'une vie patriarcale. Cette explication de la mémoire par la tendance qu'ont tous les êtres, même inorganiques, à garder l'impression reçue, après que l'agent extérieur a cessé de la produire, en un mot par le phénomène de « phosphorescence », *n'est certainement pas une explication complète;* mais nous la croyons partiellement vraie ou au moins très vraisemblable. Si elle laisse dans l'ombre l'élément psychologique du phénomène — qui n'est autre que l'*habitude* ou facilité acquise par la répétition des actes, — *elle met fort bien en lumière l'élément physiologique* que nous devons aussi lui attribuer (1). »

Il est difficile de mieux exposer une thèse et de la rendre plus séduisante ; mais nous avons peur que M. l'abbé Farges n'ait dépensé tant d'art que pour prêter

(1) *Op. cit.*, p. 274-276.

la vraisemblance à une théorie fausse, inacceptable, et nous ne sommes pas sûr qu'il n'y ait pas perdu un peu de sa logique accoutumée. Il croit retrouver dans la substance vivante les *vibrations* qu'on a constatées dans les corps bruts; et, après avoir dit qu'elle retient ces vibrations *sous une forme amoindrie*, il affirme qu'elles se conservent *dans toute leur fraîcheur et leur vivacité* pendant de longues années, pendant toute une vie de centenaire. Il y a là une contradiction : arrachée par l'évidence devant les merveilles de la mémoire, elle révèle tout un abîme entre la sensibilité et le mouvement physique.

Certes la découverte de Daguerre, la *photographie* en un mot, qui associe dans une étrange collaboration la chimie des hommes et le soleil de Dieu, est aussi remarquable que précieuse; mais nous ne parvenons pas à voir ce qui la rattache aux fonctions sensibles. Rien ne rapproche la *plaque sensible* des couches corticales du cerveau, et la mémoire n'a aucun rapport avec le *gélatino-bromure*. Pour faire admettre des *vibrations cérébrales*, M. Farges voit des *vibrations silencieuses* dans la plaque sensible; mais la science ne révèle pas de la sorte l'action intime du soleil sur les substances photographiques : elle y suppose une série de combinaisons et de décompositions sur la nature desquelles elle reste encore muette.

Loin d'appartenir à tous les êtres, la *phosphorescence* est une exception rare dans le monde minéral : elle est spéciale à certaines substances et, quoi qu'en pense M. Farges, n'est pas expliquée. Certains auteurs invoquent à tout propos les *vibrations* et y ramènent toutes les merveilles de la physique et de la chimie : c'est aussi simple que douteux. Il est commode sans doute de faire appel aux *vibrations* pour rendre raison des phénomènes obscurs; mais la science ne se paie pas de *mots*, elle veut des faits et des preuves. Or la phosphorescence, qui est à l'étude, paraît due non pas à des vibrations hypothétiques, mais à des métamorphoses moléculaires, à des *oxydations* encore indéterminées.

Dans ces conditions, que devient la fameuse thèse chimique? Quelle lumière nous apporte-t-elle? Comment un phénomène physique obscur rendrait-il compte d'une fonction vitale ignorée? Et quel rapport subsiste de l'un à l'autre?

La mémoire est plus vaste, plus élevée qu'on ne veut le supposer; son œuvre est étrangement compliquée. Aucun phénomène physique n'en saurait donner l'idée, aucune théorie mécanique ne peut l'expliquer. Pendant le cours de la vie, les images se multiplient, se pressent, s'accumulent dans cette faculté incomparable, sans l'épuiser, sans la lasser, sans s'y perdre; et le savant s'incline avec admiration devant un si prodigieux travail en avouant son impuissance à l'expliquer ou à le comprendre.

Il n'est pas jusqu'au siège précis de la mémoire qui n'échappe encore aux recherches multipliées de la physiologie. La faculté appartient indubitablement au cerveau; mais dans cet important organe, centre de fonctions si diverses, où faut-il la placer? Nul ne le sait. Des matérialistes décidés, comme le Dr Luys, ont localisé la mémoire *principalement* dans l'écorce cérébrale : c'est vague. Ils ne nous disent pas si elle y est uniformément répandue ou si elle a des *centres* spéciaux et déterminés, ce qui est précisément le point à résoudre. D'autres n'ont pas craint de placer la mémoire dans la *circonvolution de Broca*, qui n'est que le *centre* du langage articulé ou plus simplement le *centre moteur* du larynx.

Que savons-nous de la mémoire? — Peu de chose ou rien.

Voilà ce qu'il ne faut pas craindre de dire et de répéter en face des prétendues découvertes et des théories décevantes de la *psycho-physique*. Mieux vaut mille fois se taire et travailler que d'affirmer ce qu'on ne sait pas. En avouant sincèrement les immenses lacunes de nos connaissances, le savant n'éprouve pas la moindre honte de son ignorance, mais bien l'ambition ardente de pénétrer les mystères de la nature et d'arriver enfin à la vérité.

On discutait un jour devant Claude Bernard, en petit comité de savants, les graves problèmes de l'âme et du cerveau. Chacun exposait ses raisons, son hypothèse, taillant à plaisir des croupières au pauvre spiritualisme. Seul, le grand physiologiste se taisait; et, comme ses collègues, agacés, le pressaient de donner son sentiment: « Je sais, leur dit-il avec la noble franchise qui le caractérisait, *je sais que je ne sais rien!* »

Claude Bernard accusait par ces simples mots l'« ignorance savante » dont parle admirablement Pascal et qui est et sera toujours le partage — et l'honneur — des penseurs sérieux et des vrais physiologistes.

Dr Surbled.

DAVOS

ÉTUDE CLIMATOLOGIQUE ET THÉRAPEUTIQUE

Il y a environ quarante ans, un médecin badois, le Dr Alex. Spengler, que des idées révolutionnaires avancées avaient forcé à émigrer, venait se fixer dans le petit village de Davos, dans le canton des Grisons, en Suisse. C'était alors une pauvre commune d'à peine 1800 habitants, qui n'était guère connue que des touristes attirés en ces lieux par les beautés pittoresques des Hautes-Alpes. Pendant une dizaine d'années, ce modeste praticien observa attentivement l'état sanitaire de la localité et put se convaincre que ses habitants jouissaient d'une santé particulièrement satisfaisante, malgré les rudes labeurs auxquels ils étaient astreints. Il nota, entre autres, que la mortalité des enfants dans la première année de leur existence ne dépassait pas 6,9 p. c., et que la durée moyenne de la vie du Davoisien était de 56 ans.

Il fut plus frappé encore de la rareté extrême d'une des maladies les plus meurtrières de notre époque, la phtisie pulmonaire. Bien plus, il vit des gens originaires de Davos, notamment des pâtissiers, des cafetiers, qui, après avoir quitté leur vallée pour habiter les grandes villes de

l'Europe, revenaient chez eux avec tous les symptômes de la tuberculose pulmonaire ; or ces malades, après quelques semaines de séjour dans leur village natal, se guérissaient de la redoutable affection dont ils étaient atteints.

En 1862, un célèbre balnéologue allemand, le Dr Meyer-Ahrens, passant par Davos, le Dr Spengler lui communiqua verbalement ses observations sur le climat de cette localité et sur les résultats extraordinaires que le séjour dans cette vallée produisait dans le cours de la phtisie. Le médecin allemand publia cette communication dans une revue scientifique. Cette publication attira l'attention du Dr Unger, de la Saxe, qui était atteint lui-même de tuberculose pulmonaire et avait vainement cherché à enrayer les progrès de son mal. Ce médecin phtisique se rendit à Davos, où il recouvra bientôt la santé. Dès lors, les deux confrères, Spengler et Unger, unirent leurs efforts pour faire connaître leur vallée comme séjour favorable aux tuberculeux. Les malades affluèrent peu à peu à Davos, qui acquit une réputation universelle et qui attire actuellement des poitrinaires venant de toutes les parties du monde.

Nous avons eu l'occasion récente de faire un séjour dans cette localité devenue célèbre. Les relations cordiales et instructives que nous avons eues avec nos confrères suisses, de même que la lecture de travaux scientifiques publiés dans ces dernières années sur Davos, nous ont fourni de précieux renseignements qu'il nous a paru utile de rassembler et de condenser sous une forme méthodique.

Nous avons déjà écrit, il y a quelques années, un travail sur le climat des hautes altitudes (1); nous y renvoyons le lecteur qui voudrait approfondir cet intéressant chapitre de la thérapeutique. Nous restreindrons aujourd'hui notre étude à la seule vallée de Davos, qui mérite une attention particulière, eu égard à son efficacité spéciale dans le traitement de la phtisie pulmonaire.

(1) Dr Moeller, *Climatothérapie. L'Engadine et les hautes altitudes.* REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES, janvier 1888.

I

SITUATION GÉOGRAPHIQUE ET TOPOGRAPHIQUE.

Ce n'est pas par un effet du hasard que, parmi les nombreuses vallées des Hautes-Alpes, celle de Davos est devenue le séjour de prédilection des tuberculeux. Les différentes conditions sans lesquelles un endroit de cure pour la phtisie dans les hautes altitudes serait impossible, se trouvent réunies à Davos comme nulle part ailleurs. L'exposé de la situation géographique et du développement géologique de cette vallée nous le fera aisément comprendre.

Si nous jetons un coup d'œil sur une carte en relief des Alpes, nous remarquons immédiatement que les Alpes rhétiques se distinguent de leurs voisines de l'est et de l'ouest par l'existence de vallées situées à une altitude extraordinaire. Tandis qu'ailleurs les grandes vallées sont profondément découpées dans la montagne, nous trouvons dans les Alpes rhétiques des vallées étendues et peu profondes à plus de 900 mètres au-dessus du niveau de la mer. Il y a là, en d'autres termes, un vaste plateau, soulevé dans son entier, sans être entamé par aucune dépression, sinon à sa périphérie.

Deux vallées de ce haut plateau se distinguent spécialement par leur altitude : Davos, qui se trouve à environ 1600 mètres, et l'Engadine, dont la partie la plus élevée a près de 1800 mètres. Le voyageur qui arrive pour la première fois dans cette région ne peut se défendre d'un sentiment de surprise lorsqu'il aperçoit, à une hauteur qui correspond à peu près au sommet du Rigi, ces larges vallées, avec des lacs étendus, de grandes prairies et d'importantes agglomérations humaines, le tout entouré de montagnes couvertes de puissants glaciers ou de neiges éternelles.

Il est intéressant d'étudier la formation géologique d'une contrée aussi remarquable (1). Rappelons que la vallée de Davos, qui se dirige du N.-E. vers le S.-O., est arrosée par une petite rivière, la Landwasser, et qu'à son extrémité septentrionale elle touche à la vallée du Prættigau, dont elle est séparée par un col qui a 1633 mètres d'altitude; cette dernière vallée est parcourue par un cours d'eau assez puissant, la Landquart. Dans les périodes géologiques très reculées, la vallée de Davos devait être plus longue qu'actuellement. La rivière, la Landwasser prenait, à cette époque, sa source beaucoup plus loin que maintenant (environ 13 kilomètres plus à l'est), probablement dans la région placée entre la chaîne du Rhætikon et celle de Schlapina. En outre, elle devait alors recevoir les eaux abondantes qui forment la source actuelle de la Landquart et qui sortent principalement des glaciers de Silvretta.

Les deux vallées de Davos et du Prættigau étaient, à ce moment, séparées par une saillie montagneuse, qui a dû être corrodée peu à peu par les eaux dont nous venons de parler. Il est arrivé un jour où l'érosion a été complète; dès lors toutes les sources, qui se dirigeaient auparavant vers le S.-O. dans la vallée de Davos, ont coulé vers le N.-O. dans le Prættigau, doublant ainsi l'importance et la force de la Landquart; celle-ci, continuant et augmentant son action corrosive, a de plus en plus approfondi la vallée qu'elle arrosait. Au contraire la Landwasser, ayant perdu une grande partie de ses affluents, n'a pu exercer d'influence destructive notable sur le sol qu'elle parcourait; dès lors la vallée de Davos devait rester ce qu'elle est aujourd'hui ou à peu près; c'est à cela qu'elle doit son caractère propre de ne pas avoir de grande profondeur, malgré sa situation élevée dans les Hautes-Alpes.

(1) Nous avons puisé les notions géologiques relatives à Davos dans un intéressant livre de deux Davoisiens : Peters und Hauri, *Davos. Zur Orientierung für Aerzte und Kranke.* Richter, Davos, 1893.

Le même phénomène géologique s'est produit dans l'Engadine. Là c'est l'Inn, qui perdit un jour son affluent principal, lequel lui fut enlevé par la Maira ; c'est à l'affaiblissement de l'Inn que l'on doit attribuer le fait que le fond de la vallée de la Haute-Engadine est resté aussi élevé (1).

La Landwasser, si diminuée qu'elle ait été, a dû cependant corroder ce sol dans une certaine mesure ; il est probable que la vallée de Davos a été de 50 mètres plus profonde qu'elle ne l'est à notre époque. Mais les rivières provenant des vallées latérales, notamment des vallées le Fluela, Dischma et Sertig, ont entraîné avec elles une grande quantité de pierres et de blocs erratiques, qui ont contribué à surélever le niveau du sol. Le cours de la Landwasser a dû être, par places, entravé par ces amoncellements rocheux, d'où la formation de lacs, qui ont été probablement au nombre de trois. La force du courant augmentant peu à peu, une partie de ces débris de roches a été déplacée ; les lacs ont eu un écoulement plus facile ; finalement il n'en est plus resté qu'un seul, celui qui existe encore actuellement à l'entrée de la vallée.

Il semble, d'après ces données, que la contrée ne devait pas être, à ces époques géologiques, aussi sèche qu'à présent. Effectivement, on trouve encore par-ci par-là dans le sol des couches plus ou moins marécageuses ou tourbeuses. Il y a une dizaine d'années, lors de la construction de l'hôtel du Seehof, à Davos-Dœrfli, on n'a pu bâtir sur fondations ordinaires ; on a été obligé d'enfoncer d'abord des troncs de sapins pour raffermir le sol. A ce même endroit, lorsqu'un chariot très pesant passe sur la grand'route, on voit les arbres vaciller, preuve évidente qu'il existe dans la profondeur des couches de terrain élastiques.

Telle est, dans ses grandes lignes, l'origine de la vallée

(1) A. Heim. *Die Seen des Oberengadins.* JAHRBUCH DES L.-A.-C., 1879, S. 429.

de Davos, avec ses caractères si particuliers. Sans les phénomènes géologiques que nous venons de décrire, cette localité n'aurait jamais pu devenir le séjour favori des poitrinaires.

La vallée de Davos mesure environ trois lieues de long, un quart de lieue de large ; son altitude moyenne est de 1560 m. au-dessus du niveau de la mer. Elle court du N.-E. au S.-O. ; ses deux versants s'élèvent à environ 600 et 900 m. Elle est au pied et au midi des pentes boisées des deux Schiahorn et de la Kupfenfluh, presque immédiatement au-dessous du col de Strela ; plus au nord encore la chaîne du Rhætikon, que le défilé du Haut-Prættigau sépare seul du district de Davos, forme contre les vents du nord un rempart de 900 m. au-dessus du fond de la vallée. En face, de l'autre côté de la vallée, se dresse le puissant Jakobshorn, qui l'abrite contre les âpres vents d'est. Vers le sud, les gracieuses ondulations de la vallée de Davos, ses vertes prairies, ses collines couronnées de mélèzes, présentent un premier et un second plan contrastant étrangement avec les glaciers, les névés et les cimes rocheuses de l'arrière-plan ; les massifs élevés situés de ce côté sont trop éloignés pour pouvoir empêcher l'arrivée des rayons solaires. Les conifères couvrent de leurs forêts les penchants des montagnes jusqu'à une ligne assez régulière de 300 à 360 m. au-dessus de la vallée. A l'exception des bouleaux et des aunes, on n'y trouve aucun arbre à feuilles. Par contre, l'orge et le seigle sont cultivés aux endroits déboisés des versants ensoleillés.

A l'extrémité nord de la vallée, on rencontre un premier village, Davos-Dœrfli, près duquel s'étend, sur une longueur de 1 1/2 kilom. et une largeur de 1/2 kilom., le lac de Davos, aux eaux d'un beau bleu foncé, d'où sort la Landwasser, qui s'élance rapide au travers des prairies en décrivant de nombreux méandres et en recevant les torrents sortant des ravins environnants et des vallées laté-

rales. Au milieu de la vallée se trouve la localité principale, Davos-Platz.

Du côté du sud, la vallée commence à se resserrer. On s'en aperçoit surtout en arrivant à Frauenkirch, le troisième des villages de cette contrée. Derrière Frauenkirch, les montagnes se rapprochent; à Glaris, dernier village de la vallée, elles ne laissent plus entre elles qu'une large gorge. Plus on avance, plus cette gorge se resserre, jusqu'à ce que le torrent et la route qui le longe y trouvent à peine place.

A Schmelzboden enfin, la dernière habitation du district de Davos, le torrent occupe toute la largeur du défilé des *Züge* (couloirs), dont les parois verticales se dressent à plus de 300 m. de hauteur ; ici on a été obligé de tailler la route dans le roc et de la protéger, par des tunnels et des galeries, contre la violence des avalanches.

II

CLIMATOLOGIE (1).

Ainsi que nous l'avons dit, les vallées de l'Engadine et de Davos constituent un vaste plateau, soulevé dans son entier. C'est cette élévation *en masse* du pays qui donne aux Alpes rhétiennes, notamment à la vallée de Davos, le trait caractéristique de leur climat ; celui-ci est le type le plus parfait du climat continental. Tandis que les influences uniformisantes du climat océanien exercent une action prépondérante dans toute l'Europe moyenne, n'épargnant ni les vallées profondes, ni les massifs isolés des autres pays alpestres, sur ces hauts plateaux que nous considérons les facteurs locaux l'emportent sur ces influences

(1) Davos possède depuis 1867 une station météorologique très bien installée; celle-ci publie tous les mois une carte climatologique très exacte et très complète.

extérieures et leur créent un climat bien à eux. C'est ce qui ressortira mieux encore des données climatologiques que nous allons exposer sur la vallée de Davos.

1° *Air atmosphérique.* — Bien qu'aucune expérience directe n'ait été faite, il n'est pas douteux que l'air de la vallée de Davos ne soit d'une pureté très grande, comme celui de toutes les hautes altitudes.

La composition chimique de l'air atmosphérique ne varie guère d'une localité à l'autre; on sait qu'il se compose de 20,96 parties d'oxygène, 79 d'azote et 0,04 d'acide carbonique. Par contre, l'atmosphère peut être chargée de divers éléments étrangers, poussières organiques et inorganiques, qui jouent un certain rôle dans les qualités d'un climat. En général, on peut dire que plus on s'élève, plus l'air est pur. Cela est surtout vrai des micro-organismes, dont l'importance est si grande au point de vue du développement des maladies infectieuses. M. Freudenreich a constaté que l'air du col de Strahlegg, entre les glaciers de Grindelwald et le glacier de l'Aar (3200 m.), celui du pied de l'Eiger (2100 m.) et celui du Schilthorn (2792 m.) ne renfermaient pas le moindre schizomicète. Sur le glacier de l'Aletsch (3000 m.) on a trouvé, dans 2000 litres d'air, deux bactéries, une moisissure et une torulacée. Sur le col Saint-Théodule (3340 m.), trois mètres cubes d'air contenaient une seule bactérie ; sur le sommet du Niesen (2366 m.), on ne trouva aussi que sept bactéries par mètre cube d'air examiné, tandis que le microscope en découvre des centaines et des milliers dans la même quantité d'air de la ville de Berne (1).

Nous ne sachions pas qu'on ait jamais institué aucune recherche microbiologique pour l'air de la vallée de Davos; mais ce qui tend à prouver que celui-ci doit être pauvre en micro-organismes, c'est ce double fait, d'abord

(1) Veraguth. *Le Climat de la Haute-Engadine.* Thèse de Paris, 1887.

que les paysans de la localité, pour conserver leur viande, se bornent à l'exposer à l'air sans la soumettre à l'action de la fumée, ensuite que les maladies infectieuses y sont rares et que, lorsqu'elles y ont été importées, elles restent ordinairement localisées et s'éteignent assez rapidement sur place. D'ailleurs, en hiver, le sol restant couvert de neige pendant plusieurs mois (novembre à avril ou mai), les micro-organismes qui sont déposés à la surface ne peuvent se répandre dans l'atmosphère, ni être transportés par le vent.

Il faut cependant reconnaître que Davos a été, il y a quelques années, visité et fortement éprouvé par l'influenza, aussi bien que toutes les autres parties de l'Europe. Mais la question de la propagation de cette maladie est encore un problème insoluble pour nous. Comme nous l'avons dit ailleurs (1), il est impossible de dire si le microbe de l'influenza ne se transmet que d'homme à homme ou s'il peut être transporté au loin par de puissants courants aériens.

Nous devons à la vérité de dire que l'affluence de plus en plus grande d'étrangers à Davos et, par suite, l'augmentation toujours croissante de la population fixe de cette localité, nuisent parfois quelque peu à la pureté si extraordinaire de l'atmosphère. Cela se comprend. Le nombre d'habitants augmentant toujours nécessite la multiplication des hôtels, pensions, villas et autres maisons. Les vapeurs et fumées qui se dégagent des nombreux foyers de chaleur de toutes ces habitations se répandent dans l'air ; l'absence de vents pendant l'hiver fait que ces émanations ne sont pas chassées au loin ; il arrive, surtout par les temps brumeux, qu'une buée plus ou moins dense stagne pendant quelques heures au-dessus de l'agglomération. C'est là un état de choses très fâcheux, conséquence inévitable de la prospérité de Davos ; il serait temps, si possible, d'y porter remède.

(1) Moeller. *L'Influenza*. Revue des questions scientifiques, janvier et avril 1893.

2° *Température de l'atmosphère.* — La température moyenne annuelle de Davos est de 2°,6. Pour retrouver une moyenne aussi basse, il faut aller jusque dans les pays septentrionaux : Saint-Pétersbourg, 2°,6, Hernösand en Suède, 2°,8. La moyenne de Berlin est 9°, Stuttgart, 9°,8, Zurich, 8°,6, Londres et Paris, 10°,3, Nice, 15°,7, Palerme, 17°,9.

En été la température est un peu plus élevée, en hiver un peu plus basse que dans les autres parties des Alpes. Les différences thermométriques entre le matin, le midi et le soir sont assez importantes; elles sont surtout marquées les jours sereins, parce qu'alors l'insolation et le rayonnement terrestre se font librement.

Voici, pour se faire une idée de l'état thermométrique de Davos, un tableau donnant les maxima et minima mensuels de l'année 1889 :

	Minima	*Maxima*
Janvier	— 17,3	3,7
Février	— 21,2	6,5
Mars	— 16,9	7,6
Avril	— 8,9	13,8
Mai	3,6	20,6
Juin	7,4	23,6
Juillet	6,7	27,4
Août	3,2	23,4
Septembre	— 3,1	21,6
Octobre	— 3,6	14,8
Novembre	— 10,2	11,5
Décembre	— 20,0	3,6

Le maximum moyen du mois le plus chaud, juillet, est de 25°,3. La plus haute température observée de 1886 à 1891 a été de 27°,8 (30 juin 1891). Ce n'est qu'exceptionnellement que le thermomètre s'élève à 25° ou au delà; même alors la chaleur est supportable et ne dure que

quelques heures. Les matinées et les soirées sont invariablement fraîches. On n'entend jamais dire que le temps soit lourd; les nuits sont toujours rafraîchissantes. Voici du reste quelques chiffres thermométriques pris aux jours les plus chauds de 1890 et 1891.

	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	*Minima*	*Maxima*
1890, 1er août. . .	12,0	25,1	14,2	7,9	26,5
1891, 30 juin . . .	13,8	26,8	12,7	7,8	27,8

En hiver, la température descend quelquefois à — 20°, exceptionnellement plus bas. Le 24 décembre 1870, on a noté — 29°,5; le 11 février 1874, — 29°,3; le 20 janvier 1880, — 28°. La température la plus froide observée de 1886 à 1891 a été de — 31°,4 (18 janvier 1891). Voici quelques chiffres pris aux jours les plus froids de 1890 et 1891 :

	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	*Minima*	*Maxima*
1890, 3 mars. . .	— 24,8	— 7,8	— 19,4	— 25,2	— 7,5
1891, 18 janvier .	— 29,8	— 18,3	— 26,0	— 31,4	— 13,8

On le voit, il existe, même en hiver, de grandes différences thermométriques entre les heures du matin, du midi et du soir.

3° *État hygrométrique de l'air.* — La vapeur d'eau est un principe constitutif important de l'atmosphère. La quantité de vapeur d'eau que contient un certain volume d'air s'appelle le degré d'*hygrométrie absolue;* la proportion contenue dans l'air comparée à celle que cet air pourrait contenir s'appelle le degré d'*hygrométrie relative.*

Le plus faible degré d'hygrométrie observé par Humboldt a été de 23 p. c. de la saturation; on peut considérer comme un air très sec celui qui renferme 55 p. c.; comme modérément sec celui qui en contient de 55 à 75 p. c.; comme modérément humide celui qui en a de 75 à 90 p. c.; comme très humide celui qui en renferme de 91 à 100 p. c.

Les données sur l'humidité absolue de l'air ou tension hygrométrique n'ont aucun intérêt pour nous. Il suffit de se rappeler que la tension hydrométrique de l'atmosphère diminue avec l'altitude, et cela en proportion beaucoup plus rapide que la pression atmosphérique. Ainsi, pour une altitude de 2000 mètres, la pression atmosphérique est encore de 0,78, tandis que la tension hygrométrique n'est plus que de 0,49, l'unité étant calculée au niveau de la mer.

Les données concernant l'humidité relative de l'air sont beaucoup plus importantes. Celle-ci exerce la plus grande influence sur la vie organique, parce que la puissance d'évaporation de l'air dépend d'elle en première ligne; c'est encore à l'humidité relative que nous devons les sensations qui nous font considérer un climat comme sec.

L'état hygrométrique de l'air présente aux différentes heures de la journée des variations qui correspondent, en somme, à celles de la température. L'air dont la température s'élève ayant besoin de plus de vapeur pour arriver à la saturation, il s'ensuit que par une chaleur plus forte la proportion d'humidité comparée au degré de saturation diminue. C'est pour cela que l'hygrométrie relative est moindre en été qu'en hiver. Sur une journée, le maximum coïncide avec le lever du soleil, le minimum avec les premières heures de l'après-midi. Les différences entre les diverses heures du jour sont plus accentuées en été qu'en hiver. Toutes choses égales d'ailleurs, l'hygrométrie relative diminue à mesure qu'on s'élève sur les montagnes.

L'hygrométrie relative est assez élevée dans la vallée de Davos. La moyenne annuelle est d'environ 80 p. c.; le matin et le soir elle atteint souvent 90 p. c.; elle va rarement jusqu'au point de saturation. Comme l'impression de l'air sec est très vive, on s'étonnera que la moyenne générale de l'état hygrométrique ne diffère pas autant qu'on pourrait s'y attendre en la comparant à celle d'une plaine basse. Mais, si on suit la marche de l'humidité relative

heure par heure, on constate que le degré d'hygrométrie à Davos se rapproche beaucoup plus tôt du minimum du milieu de la journée que dans la plaine. Les moyennes diurnes ne répondent pas à l'exacte réalité des faits; il faut toujours envisager séparément les différentes heures d'observation. L'examen comparatif d'un climat de hautes altitudes et de celui d'une plaine devra tenir compte surtout des mensurations prises au milieu du jour; car les différences sont pour ainsi dire nulles le matin et le soir.

D'ailleurs il faut, dans l'appréciation de l'influence de l'état hygrométrique de l'air, tenir compte d'autres facteurs. Supposons que l'humidité relative d'une localité soit de 50 p. c., celle d'une autre localité de 80 p. c. : on est tenté, de prime abord, de se dire : l'air à 50 p. c. enlèvera des poumons plus d'eau que celui à 80 p. c. Cela serait vrai si l'air des deux localités avait la même température. Il en est tout autrement si l'air relativement plus humide a une température sensiblement plus basse que l'air plus sec. Et en effet, l'air inspiré est notablement échauffé dans les organes respiratoires, de 30° environ; par là-même son hygrométrie relative est diminuée, et d'autant plus que la différence est plus grande entre sa température initiale et celle qu'il doit atteindre dans le corps humain. Supposez que dans telle localité l'air soit à — 10°, son hygrométrie relative 80 p. c., qu'ailleurs la température soit de + 20°, son hygrométrie 50 p. c.; la différence entre l'extérieur et l'intérieur de l'organisme étant plus grande, dans le premier cas, l'air enlèvera plus de vapeur d'eau à la surface pulmonaire. C'est ce qui permet de dire que, dans le climat froid de Davos, l'air expiré se charge de plus d'humidité que dans d'autres localités plus chaudes à hygrométrie relative plus basse.

Au milieu du jour, l'hygrométrie relative est basse en hiver, surtout quand le soleil donne; tel est notamment le cas de l'air des terrasses ensoleillées, où les

malades se tiennent souvent ; des observations ont montré que l'hygrométrie n'y est souvent que de 50 p. c., alors qu'elle atteint 80 p. c. à l'ombre.

Cette sécheresse de l'atmosphère de Davos donne à ce pays un pouvoir d'évaporation tout à fait extraordinaire. Ce caractère se constate d'une façon très banale par la rapidité avec laquelle les routes et les prairies se sèchent, même après des pluies torrentielles. C'est à ce même fait, ainsi qu'à la rareté des microbes suspendus dans l'atmosphère, qu'on doit de pouvoir conserver la viande en l'exposant simplement à l'air. C'est aussi à cette particularité qu'il faut attribuer la facilité avec laquelle la sueur s'évapore et disparaît, ce qui rend les refroidissements rares et fait même croire à beaucoup de personnes que, dans ces hautes altitudes, l'on transpire moins que dans la plaine. De là vient qu'on supporte si facilement à Davos des températures même très basses ; les malades peuvent souvent rester assis en plein air, alors que le thermomètre marque plusieurs degrés sous zéro.

4° *Insolation.* — Les hautes altitudes sont en général plus abondamment ensoleillées et plus pauvres en nuages et en précipitations atmosphériques que les pays de plaine. Mais Davos, comme l'Engadine, se distingue particulièrement par une clarté extraordinaire de l'atmosphère. Les courants d'air humide, qui viennent du nord et du sud, ont toujours perdu une grande quantité de vapeur d'eau, qui se précipite sur les versants des Alpes avant d'atteindre l'intérieur de ces vallées élevées. Cependant, à Davos, le voisinage du Prættigau, assez riche en pluies, donne lieu à une légère augmentation des précipitations aqueuses. Depuis 1886, on a enregistré des observations très régulières sur le degré d'insolation à Davos. C'est surtout en hiver que cette localité est favorisée par la lumière solaire. C'est ainsi qu'en établissant des comparaisons avec d'autres localités telles que Lausanne, Berne, Bâle, Zurich et Lugano, on constate que cette dernière ville

seule est mieux partagée que Davos; et cependant ici le soleil se lève plus tard et se couche plus tôt. Voici un résumé très instructif des observations faites de 1886 à 1891 :

	Nombre d'heures pendant lesquelles l'insolation est possible.	Nombre d'heures pendant lesquelles l'insolation a été effective.	p. c.
Janvier	176 3/4	110 3/4	63
Février	195	127	65
Mars	279	145 1/2	52
Avril	320 1/4	160 1/4	50
Mai	359	175	49
Juin	358	171 3/4	48
Juillet	362 3/4	199	55
Août	341 3/4	193 3/4	57
Septembre	274 1/2	167 3/4	57
Octobre	235 1/4	133	57
Novembre	185	91	49
Décembre	165 1/2	90 3/4	55

Davos n'est pas seulement caractérisé par la durée de l'insolation, mais la quantité de rayons solaires qui y arrive est également plus grande. Et en effet, une partie de la lumière solaire étant absorbée par les couches atmosphériques qu'elle doit traverser, il va sans dire que dans les hautes altitudes cette absorption est moins considérable que dans la plaine. L'observation directe prouve la réalité de cette conclusion théorique. Ce qui est particulièrement remarquable, c'est l'intensité de l'insolation pendant les mois d'hiver. Tandis qu'à Paris le rayonnement calorifique du soleil est en décembre cinq fois plus faible qu'en juin, à Davos il est à peine deux fois moins intense. L'insolation est encore augmentée par la couche de neige qui recouvre la vallée pendant tout l'hiver et qui renvoie les rayons solaires dans toutes les directions.

Il faut avoir séjourné à Davos pour se faire une idée de la puissance du rayonnement solaire. C'est grâce à celui-ci que les malades peuvent rester assis en plein air pendant des heures, alors que le thermomètre marque — 5° et jusque — 10°, sans avoir besoin d'autres vêtements que ceux employés dans une chambre chauffée. Dans ces

conditions le chapeau de feutre devient souvent trop chaud, et l'on doit se protéger par un chapeau de paille ou une ombrelle.

Rien de plus curieux à constater que les changements de température qui se produisent à Davos. En hiver les nuits sont souvent très froides, au point que le thermomètre descend parfois à — 25° ou — 30°. Dès que le soleil est levé, il envoie des rayons calorifiques si intenses, que l'on se laisse facilement induire en erreur. Il semble aux personnes qui se trouvent sur les terrasses disposées près des hôtels et exposées au midi, qu'elles sont dans une atmosphère chaude. Vous les entendrez même parfois dire que la chaleur extérieure s'est élevée à 25°, 30° ou 40° au-dessus de zéro. C'est là évidemment une erreur, qui tient à ce que le thermomètre a été placé contre une des colonnettes ou contre la balustrade de la terrasse ou du balcon sur lesquelles le soleil dardait directement. Or ce procédé de mensuration thermométrique est aussi faux que si l'on voulait apprécier la température d'une chambre en plaçant un thermomètre contre le poêle. En réalité, la température reste toujours au-dessous ou très peu au-dessus de zéro ; ce qui le prouve, c'est que la neige ne fond pas et que l'air expiré par les poumons se charge d'une vapeur très appréciable à la vue.

La longueur du jour solaire a une assez grande importance dans l'appréciation d'un climat d'hiver où doivent séjourner des malades. A Davos, cette longueur est en moyenne de 6 heures à 6 1/2 heures en novembre, 5 1/4 à 5 1/2 heures en décembre, 5 1/2 à 6 heures en janvier, 6 3/4 à 7 heures en février, 8 1/2 à 9 1/2 en mars.

5° *Nuages, brouillards, pluies et neiges.* — Si on examine les données météorologiques de Davos et qu'on les compare à d'autres localités de la Suisse, on constate que les nuages y sont beaucoup moins fréquents qu'ailleurs. C'est surtout le mois de janvier qui est favorisé sous ce rapport; viennent ensuite les mois de février et de septembre.

Le brouillard y est particulièrement rare ; en moyenne, on ne l'observe que dix-sept jours sur toute l'année, et encore n'est-ce guère que pendant la nuit ou pendant les premières heures de la matinée.

La moyenne des précipitations aqueuses à Davos est d'environ 933 millimètres par an. Si on met cette localité en parallèle avec d'autres stations météorologiques, on s'aperçoit que Davos est relativement pauvre en chutes d'eau.

Quant à la neige, elle tombe en moyenne soixante-douze jours par an. Il peut neiger en toute saison ; c'est au mois d'août qu'on observe le moins de neige. Depuis la seconde moitié de novembre jusqu'à la fin d'avril, parfois jusqu'en mai, donc en moyenne pendant cinq mois pleins, la vallée reste ensevelie sous la neige. La neige d'hiver n'y est pas gluante et humide comme dans la plaine ; elle est ténue et sèche ; seule, la neige fondante ou récemment tombée se laisse agglomérer en boules. La hauteur de la neige est très variable : tandis qu'elle mesure à peine 50 à 60 centimètres certaines années, elle peut atteindre d'autres fois un mètre, rarement plus. Le 19 novembre 1884, il y avait $1^{m}82$ de neige ; le 8 février 1892, $2^{m}10$.

Les hivers riches en neige sont préférés par les habitants comme par les étrangers aux hivers où la neige est rare. La neige est tassée sur les routes par de pesants rouleaux ; on peut alors s'y promener aussi agréablement que sur les meilleurs trottoirs. La persistance de la neige a une haute importance au point de vue climatologique et hygiénique. Ainsi elle empêche l'échauffement du sol par le soleil, par là-même elle prévient les courants aériens et les vents qui en résulteraient ; elle diminue la quantité de vapeur d'eau contenue dans l'atmosphère et rend, par conséquent, celle-ci plus perméable aux rayons solaires, dont l'influence chimique, lumineuse et thermique est augmentée. La neige agit encore indirectement comme mauvais conducteur de la chaleur ; elle restreint le refroi-

dissement du sol ; c'est ce qui permet aux roses des Alpes de se conserver sous l'épais manteau de neige de ces régions élevées, tandis qu'elles périssent dans la plaine. Enfin la neige empêche le soulèvement de la poussière et des autres impuretés, organiques ou inorganiques, qui peuvent se trouver à la surface du sol.

L'époque de la fonte des neiges, qui commence habituellement vers la mi-mars, est une période désagréable et fort redoutée des hôtes de Davos. On en exagère singulièrement les inconvénients. Il est rare qu'on ne puisse, en ce moment, se promener sans trop de désagrément jusque vers 11 heures du matin. La neige est fortement durcie par la gelée de la nuit; lorsque le soleil luit, il en provoque la fonte. Cette fonte des neiges se fait généralement graduellement; elle passe presque inaperçue pendant des semaines, jusqu'à ce que le föhn vienne en précipiter la marche. Une grande partie de la neige se transforme immédiatement en vapeur, surtout aux jours ensoleillés ou lorsque le föhn souffle. Les ruisseaux ne grossissent que modérément; l'hygrométrie relative de l'air n'en est pas sensiblement augmentée. La fonte de la neige est beaucoup moins fâcheuse que ne pourrait le faire croire la vue de cette masse énorme de neiges qui doit disparaître.

6° *Pression barométrique et vents.* — La pression barométrique moyenne à Davos est de 631,5 millimètres. Les variations barométriques, diurnes aussi bien qu'annuelles, sont moins prononcées que dans la plaine.

Les vents *généraux* sont nécessairement modifiés ou entravés dans une vallée comme celle de Davos, qui est entourée de toutes parts de hautes montagnes. La vallée étant dirigée du N.-E. au S.-O., ce sont les vents N.-E. et S.-O. qui prédominent. Le premier est sensiblement diminué par les montagnes de la Schlapina.

Les observations météorologiques démontrent que Davos a moins de vents en hiver qu'en été. Lorsque le

temps est serein, l'air est habituellement calme pendant les mois d'hiver. Ce n'est guère que lorsqu'il y a un centre de dépression atmosphérique sur la Méditerranée que le vent du nord se fait sentir d'une façon désagréable pendant la saison froide.

Au point de vue climatérique, les *vents de la vallée* ont une haute importance. Dans les contrées montagneuses, après le lever du soleil, le sol des vallées et les penchants inférieurs des montagnes s'échauffent graduellement, et les couches d'air qui recouvrent ces surfaces s'élèvent le long des montagnes pour produire les vents du matin, qui se font régulièrement sentir, surtout pendant les mois d'été, dans les hautes altitudes ; après le coucher du soleil, les sommets des montagnes et leurs penchants les plus élevés se refroidissent plus vite par rayonnement que les lieux plus bas ; l'air plus froid descend donc en produisant les vents du soir, de sorte qu'à ce moment les vallées et les plaines sont souvent plus froides que les sommets.

A Davos, le vent de la vallée souffle habituellement du N.-E. au S.-O. Nous avons vu comment la vallée de Davos a été raccourcie par la Landquart ; elle a par là perdu le caractère de la plupart des vallées, qui sont plus étroites à leur point le plus élevé, plus larges à leur partie inférieure. Lorsque la vallée avait toute son étendue, le vent de vallée y soufflait comme ailleurs, c'est-à-dire en allant du bas vers le haut. Les choses ont été modifiées par le changement géologique dont nous venons de parler. Au sommet de la vallée du Prættigau, l'air échauffé s'élève; il se produit par là une augmentation de la pression atmosphérique ; l'air en s'élevant cherche une issue par où il puisse passer : ici c'est le col qui sépare le Prættigau de la vallée de Davos ; c'est ainsi que se produit un vent local qui se dirige des parties supérieures vers le bas de la vallée.

Il est assez indifférent, en été, que le vent souffle du nord ou du sud ; il n'en est pas de même en hiver pour

Davos. Un des grands moyens de cure consiste dans le séjour en plein air des malades dans les endroits ensoleillés ; ce séjour n'est possible qu'en l'absence de vents. La plupart des hôtels ont des terrasses, des balcons ou des vérandas orientés vers le midi.

En plein hiver, l'atmosphère de Davos reste habituellement calme, parce que la neige qui recouvre les montagnes et la vallée empêche l'air de s'échauffer. Mais au commencement et à la fin de l'hiver, le soleil est plus ardent et luit plus longtemps; le Prættigau a peu de neige en ce moment ; dès lors le vent de vallée peut se manifester. Comme ce vent vient du N.-E., il ne se fait pas sentir sur les façades méridionales des maisons et des hôtels. S'il se dirigeait, au contraire, du sud ou même de l'est et de l'ouest, le temps pendant lequel on peut rester en plein air serait considérablement raccourci.

Un des phénomènes météorologiques les plus désagréables des hautes altitudes des Alpes est le *föhn*, vent qui souffle principalement au printemps et en automne et se présente ordinairement avec des caractères tout particuliers. Lorsque le föhn va survenir, l'atmosphère est extraordinairement calme et transparente; les montagnes paraissent plus rapprochées et toutes les couleurs semblent plus vives. A l'horizon méridional on aperçoit de longues lignes de nuages ; le ciel du soir est d'un rouge vif; les étoiles scintillent brillantes ; la lune s'entoure d'un halo. De temps en temps se produit un coup de vent, ou bien un léger vent continu se lève, qui augmente peu à peu et dégénère parfois en tempête. Après quelques alternatives d'agitation et de calme, le föhn venant du midi souffle d'une façon permanente; au bout de deux ou trois jours, le ciel se couvre de nuages qui, venant du nord, suivent le penchant des montagnes ; dès lors c'est le vent du N.-O. qui se manifeste, et bientôt il commence à pleuvoir ou à neiger. Ce n'est que dans les vallées profondes et étroites que le föhn acquiert ses véritables caractères de tempête, causant parfois des désastres épouvantables.

Pendant longtemps on a cru que le föhn venait du Sahara et que ce n'était qu'une extension du sirocco. Or il est établi maintenant que c'est un vent absolument local. Et en effet, s'il provenait de l'Afrique, la température du versant méridional des Alpes devrait, au moment où il souffle, être plus élevée que celle du versant septentrional. Des observations météorologiques prouvent qu'il n'en est rien. Ainsi, le 31 janvier et le 1er février 1869 (1), jours où le föhn régnait, San Vittore, qui est situé au sud des Alpes, avait la même température qu'Andermatt, qui se trouve au nord des Alpes et dont l'altitude est cependant plus élevée.

Voici comment on peut s'expliquer la genèse du föhn. Supposez qu'il existe une dépression atmosphérique prononcée sur l'océan Atlantique, entre le golfe de Biscaye et l'Irlande : l'air est attiré de toutes parts vers ce centre de dépression. Dès lors il se produit un courant aérien se dirigeant des régions situées au nord des Alpes vers la dépression, soit un vent de S.-O. Par là-même la pression barométrique diminue sur les versants septentrionaux des Alpes ; il s'ensuit que l'air des vallées septentrionales est pompé vers le nord ; de l'air nouveau est attiré de la crête des Alpes vers ces vallées ; cet air s'échauffe parce que sa pression augmente. Bientôt, par suite du vide relatif qui s'est produit au sommet de la chaîne, l'air des versants méridionaux est également attiré vers le nord. Cet air, en s'élevant, subit une diminution de pression ; il doit donc se refroidir, et ne pouvant plus, à cause de ce refroidissement, contenir autant de vapeur d'eau, des précipitations aqueuses ont lieu. C'est ce qui explique la formation de ces nuages gris, élevés et uniformes, qui s'observent à l'horizon méridional quand le föhn souffle.

Peu à peu les conditions météorologiques se modifient. Le centre de dépression atmosphérique se déplace vers le

(1) Hann, *Handbuch der Klimatologie*, p. 218.

N.-E. ou l'E.; bientôt le vent change de direction ; il tourne vers le S.-O., puis l'O., et enfin le N.-O. Dès lors l'atmosphère du versant septentrional des Alpes se refroidit ; des nuages se manifestent du côté du N.; c'est pourquoi il commence à pleuvoir ou à neiger dans ces régions, tandis qu'au sud le ciel est serein, parce que l'air qui vient du nord a perdu sa vapeur d'eau en s'élevant vers la crête des montagnes.

Des phénomènes analogues peuvent se produire au sud des Alpes : si une dépression barométrique existe sur la Méditerranée, des courants aériens doivent se former, venant du nord vers le sud. C'est ce qu'on appelle le föhn du nord. Mais comme les minima barométriques de la Méditerranée sont plus rares et moins intenses que ceux de l'Atlantique, ce föhn du nord est plus rare et moins violent que le föhn du sud.

Le föhn doit nécessairement se faire sentir à Davos moins souvent et avec moins d'intensité que dans les vallées plus profondes, telles que celles du Rhin et de la Reuss : celles-ci sont immédiatement soumises aux causes qui engendrent le föhn, tandis que la vallée de Davos n'est influencée que de seconde main. Et, en effet, les observations météorologiques prouvent que le föhn est loin d'être aussi chaud et aussi desséchant à Davos qu'ailleurs. Il arrive même souvent que le temps y est splendide au moment où celui-ci est considérablement troublé par le föhn dans les autres régions alpestres.

III

ACTION PHYSIOLOGIQUE DU SÉJOUR DANS LES HAUTES ALTITUDES.

L'action physiologique du séjour dans les hautes altitudes a fait l'objet de nombreuses recherches, parmi lesquelles nous citerons spécialement celles de P. Bert,

Jourdanet, Fraenkel et Geppert, Veraguth, Egger, etc. Ces auteurs sont loin d'être d'accord sur les effets que produit l'air des hautes montagnes sur le corps humain. Plusieurs points sont encore fort controversés. Il en est cependant quelques-uns qui nous paraissent acquis à la science ; nous allons les exposer en examinant successivement les divers appareils qui constituent l'organisme vivant.

1° *Circulation.* Tous les observateurs sont d'accord pour dire que le pouls est plus ou moins accéléré les premiers jours après l'arrivée dans les montagnes, mais qu'il revient le plus souvent à sa fréquence normale dès la seconde semaine du séjour. Un même exercice corporel occasionne au début du séjour une accélération du pouls plus considérable que dans la plaine; cette différence disparaît également au bout de quelques jours.

Le Dr Veraguth a fait quelques expériences qui semblent prouver qu'il y a, au commencement du séjour, une légère diminution de la tension artérielle, laquelle ferait place ensuite à une légère augmentation. Ce point mérite d'être étudié à nouveau par de minutieuses recherches sphygmographiques et cardiographiques.

2° *Respiration.* La plupart des observateurs (Jaccoud, Marcet, Veraguth) sont d'accord pour dire que le nombre des respirations est accru au début du séjour sur les hautes montagnes, mais que plus tard il redevient normal. Cette accélération s'accentue particulièrement pendant l'exercice musculaire et les fatigues corporelles. Cependant le Dr Weber a observé chez un certain nombre de personnes que la respiration n'était pas modifiée; M. Mermod a fait cette observation sur lui-même, mais il n'a compté ses respirations qu'après la seconde semaine de son séjour.

M. Lombard, s'appuyant sur des recherches de Coindet, dit que, la quantité d'air inspiré étant de 5 litres au bord de la mer, elle est de 6 litres à 2227 mètres d'altitude. M. Marcet prétend avoir fait des observations absolument

opposées. D'après les observations du Dr Veraguth, le volume relatif de l'air expiré augmente pendant les premiers jours; il diminue vers la deuxième semaine, mais il reste toujours plus élevé que dans la plaine. Le volume absolu de l'air est également augmenté au début, mais il diminue ensuite et descend au-dessous de la moyenne de la plaine.

Les recherches sur la quantité d'oxygène absorbé et d'acide carbonique exhalé sont assez contradictoires. Lombard et Jourdanet disent que, sur les hauteurs, l'homme absorbe moins d'oxygène, et qu'à Mexico, par exemple, il est soumis à une véritable diète respiratoire. Et cependant Frankland et Tyndall ont observé que la combustion d'une bougie, mise à l'abri des vents, est aussi rapide au sommet du Mont-Blanc (4800 m.) qu'à Chamounix (1000 m.). D'autre part, Marcet a démontré que la quantité d'acide carbonique exhalé est plus grande sur les hauteurs que dans la plaine. C'est ce que les expériences du Dr Veraguth confirment également.

Par suite de la sécheresse de l'air atmosphérique, une plus grande quantité d'eau doit être enlevée à la surface pulmonaire. Les recherches du Dr Veraguth et celles de Marcet concordent pour établir l'exactitude de cette vue théorique.

La plupart des observateurs ont noté une amplitude thoracique plus grande chez les montagnards, et même chez les personnes qui ne font qu'un séjour passager, pourvu qu'il soit suffisamment long, dans les montagnes. Le Dr Weber dit avoir fait la même constatation sur quatorze jeunes gens dont le développement thoracique était insuffisant. MM. Bonet et Weber pensent qu'il faut expliquer cette amplitude plus grande du thorax par cette circonstance que, l'élasticité du poumon étant augmentée dans l'air raréfié, l'inspiration en est rendue d'autant plus difficile et nécessite, par conséquent, une action plus énergique des muscles respirateurs.

3° La *température normale du corps* n'est pas influencée par le séjour sur les hauteurs (Mermod, Lortet, Marcet, Veraguth). Il paraît cependant que cette règle n'est vraie que pour l'état de repos, tandis que dans les mouvements il y aurait un abaissement de la température. Ce serait même là un des symptômes du mal de montagnes. Nous verrons plus loin que, chez les malades atteints de fièvre, le séjour dans les altitudes amène presque toujours une chute de la température du corps.

4° L'*appétit* augmente au début du séjour dans les hauteurs, chez les personnes saines comme chez les malades ; au bout de quelque temps, cet appétit revient à peu près à ce qu'il est dans la plaine. D'après le Dr Weber, un bon nombre de malades affaiblis et délicats souffriraient d'une diminution d'appétit pendant tout le temps qu'ils séjournent dans les montagnes ; nous avons fait la même observation sur des patients que nous avions envoyés à Davos. Ce ne serait pas par suite de la seule raréfaction de l'air, mais plutôt par l'ensemble des conditions dont le sujet est entouré. Weber rapproche ce fait de cet autre, que les malades affaiblis supportent mieux les chaleurs de l'été que le froid de l'hiver. Le travail de la digestion est ordinairement facilité ; on voit parfois des constipations anciennes disparaître, au moins pendant un certain temps. L'assimilation est plus complète, la nutrition plus active, et l'état général s'améliore habituellement.

5° *Système nerveux.* Souvent le sommeil est plus léger et moins long à l'arrivée dans les montagnes. L'insomnie et l'agitation nocturne constituent les deux phénomènes principaux caractérisant la période d'acclimatement, par laquelle doivent passer presque tous les nouveaux venus dans les stations d'altitude. Cependant, le plus fréquemment, surtout au bout d'un certain temps, le sommeil est meilleur et plus complet. En général, les fonctions nerveuses et musculaires s'accomplissent avec plus d'énergie sur les montagnes que dans la plaine.

6° La *quantité d'urine* émise dans les 24 heures augmente au début du séjour, puis elle diminue pour rester au-dessous de la moyenne de la plaine. Les recherches du Dr Veraguth concordent avec celles de P. Bert pour établir que la quantité d'urée éliminée dans les 24 heures est considérablement diminuée les premiers jours ; plus tard, elle augmente, mais n'atteint jamais la moyenne observée dans la plaine. Il faut dire que Fraenkel et Geppert, dans leurs expériences sur des animaux placés dans un air raréfié, sont arrivés à un résultat diamétralement opposé. C'est donc un point qui mérite d'être soumis à un nouvel examen.

7° Un des effets les plus remarquables du séjour dans les altitudes, qui vient seulement d'être mis en lumière par des recherches très précises, consiste dans l'*augmentation du nombre des globules rouges du sang.*

Déjà en 1883, un chimiste, A. Müntz, avait institué des expériences intéressantes. Il avait conduit des lapins sur le Pic du Midi, qui a 2877 mètres d'altitude, et les y avait laissés en liberté. En 1890, il examina le sang des jeunes lapins issus des premiers et devenus sauvages. Or, il trouva que 100 grammes de sang des lapins de montagne contenaient 70,2 milligrammes de fer, tandis que la moyenne pour les lapins de la plaine n'était que de 40,3 milligrammes ; le poids spécifique du sang des premiers était de 1060,1, celui des seconds était de 1046,2. De même, pour des moutons qui n'avaient pâturé que pendant six semaines sur les penchants du Pic du Midi, il avait trouvé une notable augmentation dans la quantité d'hémoglobine (1).

En 1889, un médecin français, le Dr Viault, se rendit sur les hauts plateaux des Cordillères (Ecuador, Pérou et Bolivie), à l'effet d'y étudier les effets physiologiques de l'air raréfié. Cet expérimentateur communiqua, le 1er décem-

(1) Voir *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, CXII, p. 298.

bre 1890, le résultat de ses études à l'Académie des sciences de Paris. Il avait institué ses expériences à Morococha, localité située à 4392 mètres, dans un district minier du Pérou. Il avait pris pour sujet son propre organisme et cinq autres personnes, les unes récemment arrivées, d'autres indigènes ou séjournant depuis assez longtemps. Or, chez toutes, il constata une notable augmentation du nombre des globules rouges du sang. Sur lui-même, il nota que le chiffre de ces corpuscules s'était élevé, en trois semaines de temps, de cinq à huit millions par millimètre cube de sang.

Il répéta ensuite ses recherches sur le Pic du Midi, en France. Au mois d'octobre 1890, il envoya à l'observatoire de ce sommet quelques chiens, poulets, cobayes et lapins, dont il avait examiné préalablement le sang au point de vue du chiffre des globules rouges, de la richesse en matières colorantes ; pour les chiens, il avait même procédé à l'analyse des gaz du sang. Il se rendit sur le Pic du Midi ; quinze jours plus tard, l'augmentation des globules rouges était très marquée pour les lapins et les poulets, légère pour un cobaye et une caille, appréciable seulement pour un chien sur trois ; sur lui-même, il nota une augmentation de 10 p. c. Il ajoute avoir obtenu des résultats positifs pour l'hémoglobine et la teneur en oxygène, mais il n'entre dans aucun détail. D'après lui, il faut une altitude d'au moins 3000 mètres pour que l'hématopoièse soit notablement augmentée ; au-dessous de 2000 mètres, l'altitude ne pourrait, *comme telle*, jouer qu'un rôle très secondaire (1).

Les mêmes recherches ont été répétées par des expérimentateurs qui se trouvent dans des conditions particulièrement favorables pour ce genre de travaux : il s'agit de médecins pratiquant dans des localités élevées qui servent de séjour d'été et d'hiver à des malades de diverses catégories.

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, CXI, p. 917, et CXII, p. 295.

Le Dr Egger a institué ses expériences à Arosa, qui est à 1800 mètres d'altitude et qui jouit d'une réputation analogue à celle de Davos pour le traitement de la tuberculose pulmonaire (1). Il a pris pour sujets des personnes qui venaient d'arriver de la plaine. Il les soumettait à une première expérience dès le lendemain de leur arrivée; les autres recherches étaient faites dans des conditions toujours les mêmes, à la même heure du jour et dans une chambre suffisamment chauffée, pour éviter que le froid intérieur ne modifiât l'état des capillaires cutanés. Il a examiné le sang de 27 personnes, 21 hommes et 6 femmes, dont 2 neurasthéniques, 2 chlorotiques, 14 légèrement tuberculeuses et 9 bien portantes.

Les Drs Wolff et Koeppe ont opéré à Reiboldsgrün, localité située à 700 mètres d'altitude, où existe, sous la direction médicale du premier de ces auteurs, un sanatorium exclusivement consacré au traitement des tuberculeux (2). Leurs recherches ont porté sur 57 personnes, dont 19 bien portantes et 38 atteintes de tuberculose simple, non compliquée, auxquelles on n'administrait absolument aucun médicament.

Les expériences faites à Arosa aussi bien qu'à Reiboldsgrün concordent pour établir que le nombre des globules rouges du sang augmente par le séjour dans les altitudes. Egger a constaté qu'en moyenne le chiffre de ces corpuscules avait subi, après environ quatre jours et demi, une augmentation de 890 000 par millim. cube, donc 16 p.c. Chez les personnes saines l'augmentation fut de 702 000, chez les tuberculeux de 982 000. Il nota également cet accrois-

(1) Egger. *Ueber Veraenderungen des Blutes in Hochgebirge.* VERHANDLUNGEN DES XII CONGRESSES FÜR INNERE MEDICIN. Wiesbaden, 1893, p. 262.

(2) Wolff und Koeppe. *Ueber Blutuntersuchungen in Reiboldsgrün.* MÜNCHENER MED. WOCHENSCHRIFT, nº 11, 1893.

Koeppe. *Ueber Blutuntersuchungen im Gebirge.* VERHANDLUNGEN DES XII CONGRESSES FÜR INNERE MEDICIN. Wiesbaden, 1893, p. 277.

Wolff. *Ueber Blutuntersuchungen in Reiboldsgrün.* MÜNCHENER MED. WOCHENSCHRIFT, nos 41-42, 1893.

sement des globules rouges sur des lapins, qui reçurent à Arosa la même nourriture qu'à Bâle ; après trois semaines, le chiffre s'était élevé au point d'accuser une différence de 17,4 p. c. En outre, il examina le sang de personnes qui se trouvaient à Arosa depuis plusieurs mois, ainsi que d'autres, originaires de cette localité ; or, les 10 sujets d'expérience avaient une moyenne de 7 005 000, chiffre bien supérieur à celui d'un homme sain habitant la plaine.

Les Drs Wolff et Koeppe arrivèrent à des résultats analogues :

Le sang de	9 hommes bien portants	contenait	5 970 000	globules	rouges.
„	10 femmes saines	„	5 171 000	„	„
„	26 hommes tuberculeux	„	6 448 000	„	„
„	12 femmes tuberculeuses	„	6 218 000	„	„

Ces deux observateurs eurent l'occasion répétée de constater que cette augmentation des globules rouges se produit très rapidement ; elle est ordinairement appréciable déjà deux heures après l'arrivée dans une localité d'altitude. Elle subit pendant les deux ou trois premiers jours des oscillations, et atteint son maximum après un temps qui varie entre huit et quinze jours. Ces auteurs ont confirmé un fait déjà reconnu par d'autres, notamment par Reinert, que le nombre des globules rouges subit des variations journalières plus ou moins importantes. Parmi les corpuscules nouvellement formés, un grand nombre ont un volume moindre que ceux d'ancienne formation.

Des recherches ont été instituées également à Arosa et à Reiboldsgrün pour examiner l'influence du séjour dans les altitudes sur la proportion d'hémoglobine contenue dans le sang. Mais ici les résultats ont été absolument contradictoires : tandis que le Dr Egger croit avoir observé une augmentation d'hémoglobine, les Drs Wolff et Koeppe ont trouvé une diminution. Quelle est la raison de cette différence ? Doit-elle être attribuée à la différence d'altitude, Arosa étant de 1100 mètres plus élevé que

Reiboldsgrün ? Ou bien ne faut-il en chercher l'explication que dans le *modus faciendi ?* C'est ce que l'avenir et des recherches ultérieures pourront seuls nous apprendre.

Tels sont les faits. Quelle interprétation leur donner ? Comment expliquer ces modifications du sang, et notamment cette augmentation du chiffre des globules rouges, sur lesquelles tous les auteurs sont d'accord ? Différentes hypothèses peuvent être émises ; nous en examinerons rapidement quelques-unes.

On pourrait d'abord croire que ce changement dans la composition du sang doit être due aux conditions hygiéniques meilleures qui entourent les personnes séjournant dans une station d'altitude. Cette explication n'est pas soutenable : l'expérience du Dr Egger faite sur des lapins soumis au même régime que dans la plaine est là pour le prouver ; les mêmes modifications sont observées sur certaines personnes saines, telles que des domestiques, des ouvriers, etc., qui vivent dans les montagnes comme elles vivent dans la plaine. Ce qui établit, du reste, très nettement que l'augmentation des globules rouges ne peut être attribuée qu'à une seule cause, à savoir l'altitude du lieu de séjour, c'est qu'il y a un parallélisme complet entre ces deux facteurs. Le tableau suivant en fait foi.

Le chiffre moyen des globules rouges du sang d'un homme sain est :

à Christiania	au niveau de la mer	(Dr Laache)	de 4 970 000
à Göttingen,	148 m.	(Dr Schaper)	„ 5 225 000
à Tübingen,	314 „	(Dr Reinert)	„ 5 322 000
à Zürich,	412 „	(Dr Stierlin)	„ 5 752 000
à Auerbach,	400-450 „	(Drs Wolff et Koeppe)	„ 5 748 000
à Reiboldsgrün,	700 „	(Drs Wolff et Koeppe)	„ 5 970 000
à Arosa,	1800 „	(Dr Egger)	„ 7 000 000
dans les Cordillères,	4392 „	(Dr Viault)	„ 8 000 000

Ces chiffres ne sont-ils pas absolument démonstratifs ?

Il ne s'agit pas non plus d'une augmentation passagère, qui serait causée, par exemple, par un état d'excitation du système vasculaire. Les recherches d'Egger prouvent

que le fait est durable, puisqu'on le retrouve après plusieurs mois de séjour dans les altitudes et même chez les personnes habitant toujours ces localités.

L'accroissement des globules ne serait-il pas plus apparent que réel? Ne dépendrait-il pas simplement d'un afflux plus considerable du sang vers la surface cutanée? Une expérience du Dr Egger prouve qu'il n'en est rien : le sang tiré par cet auteur des artères carotides et fémorales de lapins avait subi les mêmes modifications que celui extrait des capillaires de la peau.

Mais peut-être l'accroissement des globules n'est-il que relatif? Il s'expliquerait par l'action de l'air sec des hautes montagnes, lequel, en augmentant les pertes aqueuses de l'organisme, produirait un épaississement du sang, le chiffre absolu des éléments globulaires restant le même. Des expériences comparatives faites par le Dr Egger, à Arosa, et le prof. Miescher, à Bâle, démontrent que la densité du sang est sensiblement la même dans les altitudes et dans la plaine.

D'autres facteurs climatériques, tels que l'insolation plus intense, une température plus basse, une lumière plus abondante, etc., pourraient être mis en cause. Mais, d'une part, ces facteurs varient, même dans les altitudes, et cependant l'augmentation des globules persiste; si celle-ci subit des oscillations diurnes, on ne peut trouver aucune concordance avec les changements dans ces éléments météorologiques. D'autre part, même dans la plaine, il se produit parfois un ensemble de conditions atmosphériques qui se rapprochent de celles des montagnes, sans qu'on y rencontre de multiplication globulaire.

Le seul facteur qui soit immuable, ou dont les variations soient peu prononcées, est la raréfaction de l'air. C'est dans la diminution de la pression atmosphérique qu'il faut chercher l'explication de la différence dans le chiffre des globules rouges du sang. Le tableau que nous

avons exposé plus haut le démontre à toute évidence. Il est, en effet, absolument d'accord avec la loi bien connue de Mariotte : « La hauteur barométrique diminue dans une progression géométrique, tandis que l'altitude augmente dans une progression arithmétique ». Dans ce tableau, nous voyons que le nombre des globules ne s'accroît pas parallèlement avec l'altitude ; au contraire, il devient *relativement* plus petit à mesure que le lieu où on expérimente est situé plus haut.

Il s'agirait maintenant de savoir comment la raréfaction de l'air donne lieu à une augmentation du chiffre des globules rouges du sang. Cette question est encore difficile à résoudre. Nous touchons ici à un point très obscur de la physiologie, à savoir l'échange des gaz dans l'intimité des tissus. Il est probable cependant que ce phénomène de l'augmentation des globules rouges du sang peut être interprété comme suit : A mesure qu'on s'élève dans les montagnes, la proportion d'oxygène contenu dans un volume donné d'air atmosphérique diminue, de telle sorte qu'un individu qui respire dans un air d'altitude a, pour chaque mouvement respiratoire, une quantité relativement moindre d'oxygène à sa disposition.

Par le séjour dans les lieux élevés, il y a donc déficit d'oxygène : il devrait se produire des phénomènes d'asphyxie (mal des montagnes?), à moins que le fonctionnement de l'organisme ne fournisse une compensation naturelle. Cette compensation ne semble pas consister dans une accélération de la respiration, car celle-ci manque, du moins à l'état de repos.

Il est très rationnel d'admettre que le déficit de l'oxygène est suppléé par l'augmentation du nombre des globules du sang. Il se peut, comme le dit le Dr Egger, qu'une grande partie de ces effets soit produite par une ventilation plus grande des alvéoles pulmonaires. On sait que certaines parties des poumons, notamment les sommets, fonctionnent habituellement d'une façon incomplète.

C'est même à cette insuffisance respiratoire des sommets qu'on attribue la localisation ordinaire de la tuberculose dans cette partie des organes pulmonaires. Le séjour dans un air raréfié provoque le déplissement d'alvéoles pulmonaires qui restent inactives dans les conditions de pression atmosphérique normale. La surface respiratoire étant plus étendue, les échanges gazeux sont plus intenses ; par là-même il peut se produire une suractivité de l'hématopoïèse et une augmentation du nombre des globules rouges.

Toutes ces hypothèses — car ce sont de pures hypothèses — ont été longuement discutées dans un savant travail du professeur Miescher, de Bâle. A l'instigation de celui-ci, les expériences que nous avons exposées plus haut ont été répétées par trois de ses élèves : M. Karcher, à Champéry (Vaud), qui a 1052 mètres d'altitude, M. Suter, à Serneus (Grisons), qui est à 985 mètres, et M. Veillon, à Langenbruck (canton de Bâle), qui est à 700 mètres. Tous les trois sont arrivés à des résultats qui confirment d'une façon éclatante les faits observés ailleurs. Dans ces trois localités, on a constaté une augmentation plus ou moins notable des globules rouges du sang. M. Suter a trouvé dans la plupart des cas un accroissement dans la proportion d'hémoglobine. Un fait plus curieux encore, de nature à intéresser vivement le physiologiste, a été noté par ce dernier expérimentateur : pendant qu'il examinait à Bâle les personnes et les animaux revenus de Serneus, il se produisit, du 27 septembre au 5 octobre, une notable baisse barométrique (environ 13 millim.). Or cette chute exerça une influence sensible sur le nombre des globules rouges et sur la quantité d'hémoglobine. Il y a là un des phénomènes les plus délicats et les plus intéressants de réaction organique vis-à-vis des influences extérieures. — Il nous est impossible de suivre le professeur Miescher dans les savantes considérations physiologiques qu'il expose à ce propos. Qu'il nous suffise de dire qu'il semble également

attacher une certaine importance à l'action de l'air raréfié sur la ventilation pulmonaire; il croit que la diminution relative de l'oxygène peut exercer une influence sur la formation des globules rouges, laquelle a probablement lieu dans la moelle des os (1).

Quoi qu'il en soit de ces vues théoriques, le fait de l'augmentation des globules rouges dans les hautes altitudes n'en reste pas moins acquis. Il n'est pas douteux que ce fait n'ait une certaine valeur thérapeutique. Il est bien vrai que les expérimentateurs dont nous venons d'analyser les travaux sont unanimes pour dire que l'hyperglobulie cesse plus ou moins rapidement quand le sujet est redescendu dans la plaine. Même dans ces conditions, cette modification du sang peut avoir une heureuse influence sur la santé générale. Supposez que le séjour d'un malade dans la montagne dure 1, 2, 4, 6 mois; il n'est pas indifférent que, pendant toute cette période de temps, les organes aient été baignés et vivifiés par un sang plus riche en hémoglobine et en globules rouges. L'avenir nous apprendra bientôt sans doute quel est le parti que l'art de guérir pourra tirer de cet effet du climat d'altitude.

IV

APPLICATIONS THÉRAPEUTIQUES.

Nous venons de voir que le séjour sur les hautes altitudes a pour effets physiologiques principaux de stimuler toutes les grandes fonctions de la vie végétative: l'énergie des contractions du cœur est accrue; la circulation du sang est activée; la respiration est plus complète et plus ample; l'appétit est augmenté; les digestions sont plus faciles et plus rapides; le système nerveux subit égale-

(1) Miescher. *Ueber die Beziehungen zwischen Meereshöhe und Beschaffenheit des Blutes.* Corresp.-Blatt für schw. Aerzte, 15 décembre 1893.

ment l'influence favorable du climat ; l'hématopoïèse est plus intense, de telle sorte que le nombre des globules rouges du sang est augmenté; enfin la soustraction d'une certaine quantité d'eau au corps et la disparition des dépôts graisseux internes facilitent le jeu des organes essentiels, stimulent la circulation des sucs nutritifs et régularisent par conséquent tout le mouvement nutritif. De toutes ces modifications doit nécessairement résulter une amélioration de l'état général. C'est ce qui se produit presque immanquablement, lorsqu'il n'existe pas de cause irrémédiable de déchéance organique. Aussi voit-on, le plus souvent, le poids du corps augmenter, quelquefois dans des proportions étonnantes (jusque 6 kilogrammes en quinze jours).

Ce qui fait la supériorité de ce moyen thérapeutique, c'est la continuité de son action, laquelle s'exerce sans interruption, pendant la nuit aussi bien que le jour, en chambre close comme en plein air, à l'état de repos comme pendant l'exercice corporel. C'est pourquoi le séjour sur les hautes altitudes doit être avant tout considéré comme un séjour réparateur pour tous ceux qui ont été surmenés, soit par des travaux excessifs, soit par l'abus des jouissances de la vie, soit par les soucis et les préoccupations de la lutte pour l'existence; c'est à ces personnes, dont l'état est intermédiaire entre la maladie et la santé, que les climats d'altitude conviennent tout particulièrement. Ils sont également indiqués dans des états morbides plus caractérisés, notamment pour cette foule innombrable d'anémiques et de neurasthéniques qui forment le trait le plus caractéristique de la pathologie moderne.

On retirera aussi de bons effets de ces climats dans beaucoup de troubles digestifs dépendant d'une vie trop sédentaire et trop renfermée, ainsi que dans les états consécutifs à ces troubles, tels que la chlorose, l'anémie, l'hydrémie, la cardialgie, dans les altérations du sang ou de la nutrition qui résultent d'une infection paludéenne, dans

un certain nombre de cas d'asthme nerveux, surtout lorsque celui-ci n'est pas lié à un emphysème pulmonaire dû à une lésion organique du cœur ou des gros vaisseaux.

Mais la vallée de Davos a acquis une notoriété tout à fait spéciale dans le traitement de la *phtisie pulmonaire*. Nous devons étudier cette indication d'une façon approfondie et tâcher de discerner les cas qui sont justiciables de ce séjour et ceux pour lesquels cette localité est contre-indiquée.

Phtisie pulmonaire.

L'utilisation des hautes altitudes dans le traitement de la phtisie pulmonaire est de date assez récente, bien que dans les livres anciens il soit parfois fait mention des avantages du séjour des tuberculeux dans les montagnes. Ce qui a principalement donné l'idée de cette nouvelle méthode thérapeutique est ce fait, révélé par divers observateurs, que la phtisie était très rare dans les régions élevées. Smith en 1842 et Tschudi en 1846 ont attiré l'attention sur cette particularité, qu'ils avaient principalement constatée sur les hauts plateaux des Andes péruviennes, en même temps qu'ils avaient fait connaître l'influence curative que le séjour dans cette région exerçait sur la phtisie déjà en voie d'évolution. De là est venue cette conception de l'immunité des hautes altitudes pour la tuberculose. De nombreuses recherches furent instituées et conduisirent à cette conclusion que, toutes choses égales d'ailleurs, la phtisie pulmonaire est d'autant moins fréquente qu'on s'élève davantage dans les montagnes. On constata en même temps que, pour arriver aux régions présentant cette soi-disant immunité, il fallait monter d'autant plus haut qu'on se rapprochait davantage de l'équateur. Ainsi, dans les Alpes, la limite peut être placée à environ 1500 mètres, tandis qu'elle doit être portée à 3 ou 4000 mètres sous l'équateur.

Pendant longtemps on a cru que cette immunité des lieux élevés pour la phtisie était due à la simple raréfaction de l'air, et on a été tenté de considérer cette immunité comme absolue. Cette opinion fut surtout défendue par un médecin silésien, le Dr Brehmer, dont nous dirons tantôt le rôle dans l'étude de la climatothérapie de la tuberculose. Il n'est plus permis aujourd'hui de soutenir cette idée. Ce qui prouve que la raréfaction de l'air n'est pas la cause unique de cette prétendue immunité, c'est que l'Islande, les îles Feroë, et d'autres régions encore sont également indemnes de phtisie, bien que cependant la hauteur barométrique y soit très élevée. Il serait du reste étrange que la même pression atmosphérique de 631 millimètres procurât une immunité à Davos, alors qu'elle n'en donne aucune dans des régions situées à 30° de latitude méridionale.

Ce ne sont pas non plus l'état hygrométrique de l'air, l'intensité de l'insolation, le calme plus ou moins grand de l'air atmosphérique qui peuvent être mis en cause : tandis qu'à Davos l'air est sec, calme, et que l'insolation y est vive, dans les îles sus-indiquées l'air est extraordinairement humide et brumeux, les vents y sont fréquents et violents, l'insolation y est rare et peu intense. La température de l'atmosphère n'est également pour rien dans la fréquence ou la rareté de la phtisie dans une région. Cette maladie se rencontre aussi bien dans les zones froides que dans les zones tempérées et dans les pays tropicaux.

On a voulu expliquer l'immunité phtisique par les qualités du sol ; en d'autres termes, on a étendu à la tuberculose la théorie des lieux, des sols indemnes, imaginée par l'école de Munich pour expliquer la marche du choléra et de la fièvre typhoïde. Ainsi Gauster a prétendu que Neumarkt, située en Styrie à 730 mètres d'altitude, jouissait d'une immunité absolue, parce que le sol, composé de granit, de gneiss, de micaschiste, contient beaucoup d'eau, renferme un humus toujours humide, et produit une végé-

tation luxuriante. Mais, comme le dit très bien le Dr Daremberg, « si cette assertion était vraie, Cannes devrait jouir d'une immunité absolue, car cette localité est presque entièrement située sur le granit et le gneiss, et sa végétation est luxuriante. Cependant il y a des phtisiques parmi les habitants de Cannes; il n'est pas d'année où je ne voie plusieurs indigènes tuberculeux (1). »

Enfin la pureté de l'air ne suffit pas pour expliquer l'immunité relative de certaines localités. Ce qui le prouve, c'est la rareté de cette affection dans les villes élevées d'Ecuador, de la Bolivie et du Pérou, dont les conditions hygiéniques sont loin d'être satisfaisantes, notamment au point de vue de la propreté et de l'aération des habitations.

D'après toutes les probabilités, ce n'est pas à un seul facteur qu'on doit faire remonter le privilège que certaines régions possèdent d'être à l'abri de la tuberculose pulmonaire. Diverses causes peuvent intervenir dans les différentes localités. Il n'est pas encore possible d'élucider complètement ce point intéressant de nosologie.

Le Dr Peeters, de Davos, croit pouvoir, pour cette vallée, invoquer les causes suivantes. Le Davoisien n'habite guère de localité fermée; la plupart du temps il demeure au milieu de sa propriété; en été, il séjourne le plus souvent loin des autres hommes, souvent dans les régions qui se trouvent au delà des limites de la végétation. Il évite par là-même tous les inconvénients qui se lient à la vie en commun dans toute agglomération humaine. Il respire un air pur, ne renfermant aucune vapeur, aucune émanation industrielle; il demeure sur un sol essentiellement favorable à la santé; il mène une vie sobre, saine, régulière, loin de toute excitation. Il a puisé, dès sa jeunesse, tous les éléments d'une constitution robuste et d'une vitalité résistante; les habitants des hautes montagnes ont notam-

(1) Daremberg. *Traitement de la phtisie pulmonaire.* Paris, 1892, 2e vol., p. 117.

ment l'avantage d'avoir des organes respiratoires et un muscle cardiaque fortement développés, et de posséder une capacité très grande de résistance à l'égard des influences extérieures.

Le Dr Wolff, qui n'admet pas non plus l'immunité absolue, telle que la concevait Brehmer, se demande si la rareté de la phtisie pulmonaire dans les altitudes ne peut pas être expliquée par l'influence que celles-ci exercent sur la composition du sang. C'est là une hypothèse qui mériterait d'être soumise au creuset de l'expérimentation. Il y aurait lieu de rechercher si, dans les autres régions indemnes de la phtisie, le nombre des globules rouges du sang est plus grand qu'ailleurs ; en outre, on pourrait examiner si cette hyperglobulie exerce une action quelconque sur la genèse — par inhalation ou inoculation — de la tuberculose pulmonaire des animaux en expérience.

En attendant, nous sommes assez tenté de nous ranger à l'opinion du Dr Daremberg, lorsqu'il dit : « Le nombre des microbes, comme le nombre des phtisiques, est proportionnel à l'agglomération des êtres: il y a peu de phtisiques sur les montagnes, parce qu'il y a peu d'habitants ; on peut en dire autant des steppes. Si l'on crée des agglomérations d'humains mal nourris, mal vêtus, mal aérés, sur les sommets des pics ou au milieu du désert, on verra la phtisie s'y répandre tout aussi rapidement qu'à Paris et à Londres.

» Les influences climatologiques sont insuffisantes pour expliquer l'absence ou la fréquence relative de la phtisie pulmonaire dans les divers pays, ainsi que l'ont démontré Villemin dès 1867, puis Lagneau, Lancereaux, Bouchard. Cette terrible maladie n'est pas une affection climatérique, aussi ne guérit-on pas par le seul fait d'habiter dans un climat, et l'immunité des indigènes n'indique pas une action thérapeutique pour les immigrants. L'immunité est proportionnelle à la décroissance des centres de population, aussi bien dans les plaines que dans les montagnes,

aussi bien sur les bords de la mer que dans les déserts. Autrefois les populations clairsemées ou nomades des États-Unis, du Brésil, du Labrador ne connaissaient pas la phtisie, et maintenant ces pays en sont infestés autant que les nôtres (1). »

Quoi qu'il en soit de cette question controversée, il n'en reste pas moins établi que c'est à Brehmer que revient l'honneur d'avoir le premier attiré l'attention des médecins sur le traitement climatothérapique de la phtisie. Malgré les attaques extrêmement vives auxquelles il a été en butte, le médecin silésien n'en a pas moins lutté avec énergie pour cette nouvelle méthode thérapeutique. Il y a plus de quarante ans qu'il a fondé son sanatorium de Goerbersdorf, destiné à soumettre les tuberculeux à ce qu'on appelle la cure d'air. C'est dans cet établissement qu'il a conçu tout un système de traitement, qui a bientôt recueilli de nombreuses adhésions et qui reçut, dans ses grandes lignes, une consécration scientifique de la part d'un des spécialistes les plus éminents en phtisiothérapie, le Dr Dettweiler, de Falkenstein (2).

Nous n'irons pas jusqu'à prétendre que le séjour à Davos constitue un remède spécifique contre la tuberculose. Il est incontestable que cette redoutable affection peut être guérie partout, même dans le milieu habituel du malade ou dans la plaine. Les stations du Midi, les sanatoria établis à des altitudes très modérées comptent également à leur actif un bon nombre de guérisons qu'il serait puéril de contester. Comme le dit très bien le Dr Daremberg, « il n'existe pas de climats spécifiques, de climats curateurs de la phtisie pulmonaire, mais il existe des climats qui entravent, et d'autres qui aident puissamment l'action

(1) Daremberg, *Traitement de la phtisie pulmonaire*. Paris, 1892, 2e vol., p. 116.

(2) Nous avons exposé ailleurs, dans tous ses détails, la méthode de thérapeutique actuellement connue sous le nom de méthode Brehmer-Dettweiler. Voir Dr Moeller, *Les Sanatoria dans le traitement de la phtisie*, Bruxelles. Soc. belge de librairie, 1894.

des agents hygiéniques employés à la réparation de l'organisme. Dans certains climats, il est facile de faire la cure d'air ; dans d'autres, cette cure est très difficile à pratiquer. Même dans les climats les plus favorables, il faudra prendre les plus grandes précautions : il n'existe pas dans le monde entier un lieu de résidence pour les phtisiques où ces malades puissent vivre de la vie des gens bien portants (1). »

Cependant, depuis la découverte de l'action des altitudes sur l'hématopoïèse, il semble difficile de refuser aux stations élevées une action particulièrement efficace contre le processus tuberculeux. N'est-il pas admissible que le poumon malade reçoive l'influence bienfaisante d'un sang plus riche, qui s'y renouvelle continuellement ? N'est-il même pas possible que l'augmentation des globules rouges entrave plus ou moins la multiplication et le développement des bacilles tuberculeux ?

Toujours est-il que, dès les premières semaines du séjour à Davos, on voit survenir une modification dans l'état des malades, même de ceux qui sont le plus gravement atteints. Certes, l'influence psychique du changement de résidence, la confiance dans la cure d'altitude et d'autres facteurs encore doivent jouer un certain rôle dans l'amélioration constatée. Ce n'est pas que l'arrivée dans cette vallée élevée ne produise certains troubles dans l'organisme, lesquels constituent la période d'acclimatement. La plupart des malades se plaignent, au début, d'insomnie plus ou moins persistante ; souvent ils toussent et expectorent davantage ; parfois d'autres symptômes encore peuvent se présenter. Mais, ordinairement, après quinze jours ou trois semaines, le corps se fait aux nouvelles conditions climatologiques qui l'entourent, et bientôt on voit survenir tous les signes d'une notable amélioration dans les grandes fonctions de l'économie.

(1) G. Daremberg, *Traitement de la phtisie pulmonaire*. Paris, 1892, 2e volume, p. 110.

Comme nous l'avons dit plus haut, habituellement l'appétit se réveille très rapidement; les digestions sont plus faciles, plus rapides et plus complètes; la constipation, s'il y en avait, disparaît bientôt, quoique passagèrement. Le malade éprouve la sensation d'une respiration plus ample et plus aisée; la toux s'atténue; l'expectoration devient plus facile, puis elle diminue d'abondance et change de nature. Les sueurs nocturnes sont moins profuses et finissent par se supprimer complètement. On constate en même temps une augmentation de poids, qui prend quelquefois des proportions étonnantes. En outre, le médecin peut constater une modification de tous les phénomènes stéthoscopiques : c'est d'abord la disparition des symptômes congestifs ou inflammatoires pérituberculeux; puis la lésion elle-même subit des changements plus ou moins rapides. Si la maladie était à sa première période, on remarque que les alvéoles pulmonaires, qui étaient imperméables à l'air par suite de la compression des noyaux tuberculeux, commencent à se déplisser; le murmure vésiculaire reparaît là où il n'était plus perceptible; la zone de matité, décelée par la percussion, diminue d'étendue et est peu à peu remplacée par une sonorité tout au moins relative; en même temps, on voit la respiration devenir moins fréquente et plus ample.

Un des effets les plus marqués du séjour dans les altitudes serait, d'après les médecins qui exercent leur art dans ces localités, la disparition plus ou moins rapide de la fièvre, qui accompagne si souvent la tuberculose. Souvent, dès les premiers jours après l'arrivée à Davos, la température du corps baisse graduellement; il n'est pas rare de constater que celle-ci est revenue à son degré normal déjà dans le courant de la deuxième semaine du séjour, sans l'intervention d'aucun agent antipyrétique.

Il ne faut pas attacher une grande importance aux statistiques invoquées pour ou contre les altitudes. Les chiffres ne signifient pas grand'chose dans l'espèce: ils

peuvent varier d'après des facteurs accidentels très divers. Ici une affluence fortuite de cas particulièrement graves donnera une proportion de guérisons moindre qu'ailleurs; là une série heureuse se traduira par un nombre extraordinaire de succès. Tel médecin sera très sévère dans l'appréciation des cures obtenues; tel autre, au contraire, enregistrera comme acquis des résultats qui sont loin d'être acquis. Tout en faisant donc des réserves très expresses, nous croyons devoir, ne fût-ce qu'à titre de curiosité, reproduire une statistique publiée récemment par le Dr Lucius Spengler. Elle nous paraît avoir été recueillie avec une grande bonne foi et en s'entourant de toutes les précautions possibles au point de vue de l'exactitude. Sur 177 cas traités par ce médecin, du 1er novembre 1887 au 1er mai 1890, il compte 51 guérisons radicales (28,8 p. c.), 23 guérisons relatives (13 p. c.), 30 personnes encore malades (17 p. c.), 56 décès (31,6 p. c.), et 17 cas sur lesquels il a été impossible d'obtenir aucun renseignement (1).

Indications et contre-indications du séjour à Davos.

1° *Prédisposition à la phtisie.* On sait, à n'en pas douter, que pour contracter la tuberculose pulmonaire, il faut que l'organisme présente une prédisposition spéciale; celle-ci peut être congénitale, par suite d'hérédité; elle peut être acquise, par exemple à la suite de maladies graves, telles que la pneumonie, la pleurésie, la coqueluche, la rougeole, l'influenza; elle peut également résulter simplement des influences fâcheuses inhérentes à notre état de civilisation moderne. Dans toutes ces circonstances, le séjour à Davos est doué d'une puissante action prophylactique.

Cette règle s'applique donc aux enfants délicats nés de

(1) L. Spengler. *Zur Phtiseotherapie im Hochgebirge.* Fortschritte der Krankenpflege, März 1893, S. 94.

parents tuberculeux, aux convalescents de maladies graves, dont la guérison est lente et difficile, à tous ceux qui ont été épuisés ou surmenés par la lutte pour l'existence, enfin aux personnes qui présentent une grande disposition aux catarrhes des voies respiratoires. Dans les cas de cette espèce, il suffit parfois d'un séjour de six à huit semaines pour transformer complètement une constitution. Il est cependant prudent de prolonger le séjour pendant une période plus longue. On pourra, dans ce but, profiter, pour les enfants et les jeunes gens, des deux maisons d'éducation qui ont été érigées à Davos et dont il sera question plus loin.

2° La *phtisie pulmonaire* en voie d'évolution constitue l'indication capitale de Davos. C'est elle qui fournit le plus fort contingent des étrangers qui se rendent dans cette localité.

Il n'est pas très facile de dire *à priori* quels sont les cas qui sont justiciables de Davos et quels sont ceux qui ne peuvent y être envoyés. Il faut tenir compte, avant tout, de la période à laquelle la maladie est arrivée et de la constitution du sujet. D'une façon très générale, on peut dire que Davos est d'autant mieux indiqué que la tuberculose pulmonaire est moins avancée. C'est principalement dans sa première période que la maladie peut être favorablement influencée par le climat d'altitude ; c'est alors seulement qu'on peut espérer une restitution *ad integrum* des organes malades. Toutefois, dans les cas de ramollissement tuberculeux et même lorsqu'il existe déjà une caverne peu étendue, le séjour à Davos produit encore des effets très considérables. S'il est impossible, dans ces circonstances, de compter sur une guérison radicale — aucun climat, ni aucun remède ne sauraient faire revenir une portion de poumon disparue, — on peut obtenir et on obtient fréquemment un arrêt complet du processus tuberculeux. La plaie ou la perte de substance pulmonaire se cicatrise ; les bacilles pathogènes qui s'y trouvent

déposés périssent ou perdent toute leur vitalité. C'est là une guérison que l'on peut presque considérer comme radicale, puisque les sujets ne présentent plus aucun phénomène morbide et qu'ils peuvent reprendre, à peu de chose près, leur vie habituelle. Lorsque les lésions sont très avancées, qu'il existe une ou plusieurs cavernes de dimensions notables, il peut être encore utile d'envoyer le phtisique à Davos. Dans ces cas mêmes, le séjour dans cette station d'altitude offre des chances de succès relatif. On voit parfois, sous l'influence de ce climat, l'état général se relever, le processus local suspendre sa marche envahissante, et les lésions pulmonaires rester stationnaires pour un temps plus ou moins long.

Ce serait évidemment une illusion fâcheuse que de se figurer que Davos peut guérir ou améliorer tous les phtisiques. Il faut toujours se rappeler que nous avons affaire à un organisme vivant, qui réagit plus ou moins bien sous l'influence des conditions hygiéniques dans lesquelles il est placé. Il est très malaisé de se prononcer à l'avance sur les suites d'un séjour dans les altitudes. Les cas les plus bénins résistent parfois aux médications les plus rationnelles. Tantôt ce sont les organes digestifs qui sont atteints d'une torpeur ou d'une atonie que rien ne parvient à combattre ; tantôt c'est le système nerveux qui ne supporte pas le changement de milieu et de climat auquel le sujet est soumis ; d'autres fois on voit, sans cause appréciable, le processus tuberculeux continuer ses ravages, que l'on cherche vainement à arrêter.

Il faut le reconnaître, nous manquons encore de données positives pour déterminer les effets que la cure de Davos pourra produire. Le médecin doit éviter de se prononcer trop formellement à ce sujet. Il n'y a guère que le fait lui-même qui peut donner une solution de ce problème. L'action du climat d'altitude ne tarde pas du reste à se manifester, lorsque le tuberculeux est arrivé à destination. Dès la deuxième ou troisième semaine ordinairement,

l'influence du nouveau séjour se fait sentir, et dès ce moment il est possible de prévoir quel sera l'effet ultérieur et définitif de la cure d'altitude.

On a cru pendant longtemps que la tuberculose laryngée ne supportait pas l'air froid et sec des montagnes. C'est là une erreur complète. La phtisie laryngée peut très bien se guérir à Davos, si l'état général s'améliore et si la lésion pulmonaire se cicatrise. Certes cette fâcheuse complication exige un traitement local énergique. Les médications appropriées, telles que l'acide lactique, réussissent à Davos aussi bien qu'ailleurs. Dans tous les cas, il ne peut être question d'une action pernicieuse de ce climat.

Une autre opinion erronée, qui a régné pendant longtemps, voulait que Davos ne convînt pas aux phtisies accompagnées de fièvre. Or, nous l'avons dit plus haut, un des effets les plus rapides du séjour dans cette localité consiste dans la chute de la température. Ce n'est pas à dire que la fièvre doive être considérée comme un symptôme peu important. Il est, au contraire, bien établi qu'une des premières conditions pour que l'état du tuberculeux s'améliore, est la disparition de cette complication si fréquente. Tous les praticiens savent combien il est parfois difficile de se rendre maître de ces exacerbations thermiques, dont l'influence est si pernicieuse, tant pour le processus local que pour l'état général. D'après les médecins de Davos, on obtient dans ce climat une chute thermométrique très rapide, pourvu que le malade observe certaines règles, qui sont principalement le repos du corps et de l'esprit et la jouissance d'un air aussi pur que possible. Il suffit ordinairement de cette double mesure hygiénique, en l'absence de toute médication antipyrétique, pour voir le niveau thermique de l'organisme revenir à son degré normal.

Enfin, un dernier préjugé, qui est encore très répandu, même parmi les médecins, consiste à prétendre que l'on ne

doit pas envoyer à Davos les tuberculeux sujets à des hémoptysies. Cette erreur est sans doute due à ce fait bien connu, que les alpinistes et les aéronautes sont souvent atteints d'épistaxis ou d'hémorrhagies par la bouche, pendant leurs ascensions. Mais l'expérience est là pour démontrer que l'application de ce fait vrai à la climatothérapie de la phtisie est complètement fausse. Voici des chiffres très instructifs, qui ont été récemment collationnés et publiés par le Dr Lucius Spengler, de Davos, et qui se rapportent à des tuberculeux observés dans les montagnes et dans la plaine (1).

Ont eu des hémoptysies:

Observateurs	Nombre de cas	Ni à Davos ni dans la plaine.	Pas à Davos, mais bien dans la plaine.	A Davos et dans la plaine.	A Davos, mais pas dans la plaine.
A. Spengler. . . . (Davos, 1560 m.)	323 cas	178 fois, 55 p. c.	126 fois, 39 p. c.	16 fois, 5 p c.	3 fois, 1 p. c.
Dr Peters. . . . . (Davos).	223 cas	95 fois, 42.6 p. c.	106 fois, 47.4 p. c.	19 fois, 8.5 p. c.	3 fois, 1.3 p. c.
Dr Egger. . . . . (Arosa, 1850 m.)	160 cas	100 fois, 62.5 p. c.	49 fois, 30.6 p. c.	11 fois, 6.8 p. c.	
Dr Lucius Spengler . (Davos)	578 cas	340 fois, 58.8 p. c.	188 fois, 32 5 p. c.	32 fois, 5.5 p. c.	18 fois, 3.1 p. c.
Totaux. .	1284 cas	713 fois 55.5 p. c.	469 fois 36.5 p. c.	78 fois 6.0 p. c.	24 fois 2 p. c.

Ces chiffres ne sont pas aussi probants qu'ils pourraient le paraître : ils se rapportent aux mêmes malades, observés dans la plaine et sur la montagne ; or, bon nombre d'entre eux peuvent avoir eu des hémorragies chez eux et ne plus en avoir à Davos rien que par suite de la vie plus hygiénique qu'ils mènent dans cette dernière localité.

Le Dr Egger a dressé une statistique plus démonstra-

(1) L. Spengler. *Zur Phtiseotherapie im Hochgebirge.* FORTSCHRITTE DER KRANKENPFLEGE, März 1893, S. 97.

tive, qui repose sur la comparaison entre un nombre assez considérable de malades observés les uns dans la plaine, les autres dans les altitudes. Pour les premiers, l'auteur a pris une série de cas recueillis par le Dr Notta, de Montreux, auxquels il a joint un certain nombre de cas provenant de l'hôpital de Bâle.

Or, sur 1612 tuberculeux séjournant dans les altitudes :

N'ont jamais eu d'hémorragies	917 = 56,89 p. c.
Ont eu des hémorragies	695 = 43,11 p. c.
De ces 695 phtisiques hémoptysiques :	
N'ont eu des hémorragies qu'avant le séjour de ces altitudes	572 = 35,48 p. c.
Ont eu des hémorragies avant et pendant le séjour dans les altitudes.	90 = 5,58 p. c.
Ont eu des hémorragies exclusivement dans ces altitudes.	33 = 2,05 p. c.
	43,11 p. c.

Sur 491 tuberculeux qui ont été observés à Montreux et à l'hôpital de Bâle :

N'ont jamais eu d'hémorragies.	320 = 65,17 p. c.
Ont eu des hémorragies	171 = 34,83 p. c.
De ces 171 phtisiques hémoptysiques :	
N'ont eu des hémorragies qu'avant le séjour à Montreux ou à l'hôpital	116 = 23,63 p. c.
Ont eu des hémorragies avant et pendant le séjour à Montreux ou à l'hôpital	27 = 5,50 p. c.
Ont eu des hémorragies exclusivement à Montreux ou à l'hôpital	28 = 5,70 p. c.
	34,83 p. c.

Ce tableau montre d'abord que les phtisiques observés dans les altitudes étaient plus sujets aux hémoptysies que ceux observés dans la plaine. Si le séjour dans les altitudes exerçait une influence fâcheuse pour la production des hémoptysies, le nombre des malades chez lesquels une hémorragie se produisait pour la première fois dans la montagne devrait être plus grand que celui des malades chez lesquels cet accident se manifestait pour la première

fois dans la plaine; d'autre part, le retour de l'hémoptysie devrait se présenter plus souvent chez les hémoptysiques séjournant dans la montagne que chez ceux qui restent dans la plaine. Or, la statistique ci-dessus nous apprend:

Que sur 100 tuberculeux qui avaient eu des hémoptysies dans la plaine, 13.59 ont eu de nouvelles hémorragies dans la montagne; sur 100 tuberculeux sujets aux hémoptysies avant leur entrée à l'hôpital ou leur séjour à Montreux, 18.88 ont eu des rechutes de cet accident.

Chez 2.05 p. c. tuberculeux, on a vu survenir une première hémoptysie dans les altitudes; chez 5.70 p. c. tuberculeux, on a vu survenir une première hémorragie à l'hôpital ou à Montreux.

Enfin, si le séjour dans les altitudes favorisait les hémoptysies, il est certain que la plupart du temps cet accident devrait se manifester au début du séjour, alors que le changement de milieu exerce sa plus forte action sur l'organisme. Or, c'est là une exception; d'après le Dr L. Spengler, le fait ne s'est produit que deux fois sur 3000 tuberculeux observés pendant un an (1).

On le voit, la contre-indication pour les altitudes tirée de l'existence ou de la menace d'hémoptysies doit être complètement écartée. C'est là une erreur complète, que les faits démentent absolument. Il convenait de s'étendre sur ce point de détail, car les traités les plus autorisés et les plus consciencieux mentionnent encore ce préjugé très répandu dans le corps médical, que les climats d'altitude ne conviennent pas aux tuberculeux hémoptysiques.

Les tuberculeux qu'il faut éviter d'envoyer à Davos sont ceux dont l'état général est très profondément délabré, ceux chez lesquels le processus morbide s'est étendu à plusieurs lobes pulmonaires, ceux qui sont atteints de fièvre hectique, ceux qui sont affectés d'insomnies persis-

(1) Egger. *Ueber das Vorkommen von Lungenblutungen bei Phtisikern in Hochgebirgsstationen.* Corresp.-Blatt für schweizer Aerzte, 15 Ianuar 1893.

tantes et rebelles, dont l'appétit est absolument nul, dont le cœur a perdu toute son énergie, enfin ceux chez lesquels la phtisie a pris une marche aiguë et rapide. Il faut être également très réservé pour les malades qui présentent des signes de tuberculose rénale ou intestinale.

La *tuberculose des os* (carie) et celle des *ganglions lymphatiques* (scrofulose) sont également justiciables de Davos. On obtient souvent des effets très marqués dans ces affections, pourvu que le séjour soit suffisamment prolongé. Il est nécessaire, dans ces cas, de prolonger la cure pendant une ou plusieurs années.

3° Davos est très utile dans la *bronchite chronique* des enfants et des jeunes gens, du moment qu'il ne s'y joint pas un emphysème très prononcé. Si la bronchite revêt un caractère putride, il faut employer concurremment des médicaments appropriés.

4° Il paraît, d'après les médecins de Davos, que l'*asthme nerveux* s'observe très rarement dans cette localité. Il est difficile d'expliquer le mode d'action des altitudes dans cette affection. Peut-être le changement de milieu est-il la seule explication à en donner. Ne voyons-nous pas les accès d'asthme disparaître très rapidement après un changement de résidence sans modification dans l'altitude ? Tel asthmatique est indemne de toute crise du moment qu'il arrive dans une grande ville (Paris, Bruxelles) ; tel autre se trouve mieux du séjour à la campagne ; il en est qui n'ont qu'une seule ressource, c'est d'aller au bord de la mer. Quoi qu'il en soit, on peut, dans les cas rebelles à tout autre traitement et aux changements plus simples de résidence, essayer de Davos, à condition, bien entendu, qu'il n'existe pas d'emphysème étendu ou de lésion grave du cœur.

Les *contre-indications* de Davos sont : l'emphysème pulmonaire prononcé, les maladies cardiaques non compensées, l'épilepsie, la leucocythémie, l'athérome avancé des artères. En général, les vieillards de plus de soixante ans

ne se trouvent pas bien des hautes altitudes. Enfin, il vaut mieux détourner de ce séjour toutes les personnes qui sont par trop casanières et chez lesquelles l'éloignement du milieu habituel risquerait d'occasionner une nostalgie, dont l'influence psychique et physique serait désastreuse.

V

DAVOS
SÉJOUR D'HIVER ET SÉJOUR D'ÉTÉ.

Quelque étrange que cela puisse paraître, c'est surtout en hiver que la vallée de Davos, dont nous avons donné plus haut une description, se montre dans toute sa splendeur. Le paysage ne présente que deux couleurs : le blanc et le noir. Mais, avec ces deux couleurs, la nature a peint un tableau enchanteur, devant lequel s'efface celui de l'été avec ses teintes variées. Montagnes et vallée sont recouvertes d'un blanc manteau de neige sèche et ténue ; chaque pli de terrain, chaque saillie et chaque creux de rocher ressortent nettement et distinctement ; la surface blanche de la vallée forme un contraste frappant avec la sombre couleur des maisons enfumées et noircies des paysans ; la forêt se dresse toute noire sur les versants des montagnes ; le tapis de neige qui recouvre le sol est interrompu par le cours sinueux de la rivière et la ligne droite du chemin de fer. Au-dessus de ce tableau, dans la voûte azurée d'un ciel sans nuage, brille un soleil étincelant, dont les rayons font scintiller de mille feux les myriades de cristaux de glace et de neige qui sont répandus dans toute la vallée. Ajoutez à cela la sensation indéfinissable produite par la respiration d'un air d'une pureté et d'une vivacité remarquables, et on aura une idée des charmes du séjour à Davos pendant les longs mois d'hiver.

Les levers du soleil sont souvent admirables et le cèdent à peine à ceux tant vantés du Rigi, du Faulhorn et d'autres sommets de la Suisse. Lorsque, le matin, les cimes des montagnes commencent à se dorer, et tandis qu'au-dessous la vallée se réveille encore dans l'ombre et que le thermomètre marque 12° à 15° au-dessous de zéro, les malades attendent avec impatience le moment où le soleil viendra caresser de ses premiers rayons les maisons de Davos. Dès que cet instant est arrivé, tous se précipitent dehors en pardessus ; d'un pas allègre, en faisant crier la neige durcie sous leurs pieds, ils se rendent sur la grand' route bien frayée et bien entretenue jusqu'à Dœrfli et jusqu'à Frauenkirch ; à partir de dix heures, mais surtout vers une heure, on voit les promeneurs fourmiller le long de la route, qui est transformée en un véritable *Corso*. L'œil ne peut se rassasier de la beauté du paysage d'hiver ; les poumons aspirent profondément et à longs traits l'air frais et vivifiant ; le corps entier sent la chaleur bienfaisante des rayons solaires. Bientôt le pardessus, devenu trop chaud, doit être enlevé et porté sur le bras ; parfois même il faut se mettre, à l'aide d'un chapeau de paille ou d'une ombrelle, à l'abri des inconvénients d'une trop forte insolation.

La vallée de Davos n'est pas moins curieuse à voir le soir, après le coucher du soleil : c'est un moment propice à la promenade des malades. Rien de plus pittoresque que l'aspect de cette localité aperçue à la douce clarté de la lune. Tout semble distinct, mais les détails se perdent ; tout semble lumineux, grâce à la neige qui couvre le sol, mais l'ensemble produit une impression mystérieuse. Les cimes neigeuses se détachent sur un ciel d'un bleu profond ; les pins se dressent, sombres et graves ; la lune paraît plus grande et rapprochée ; dans la vallée scintillent des lumières éparses, tandis qu'au-dessus de l'agglomération brillent dans tout leur éclat les phares électriques disposés le long de la grand' route.

Les distractions ne manquent pas aux personnes qui séjournent à Davos en hiver. Nous ne parlerons pas des concerts qui se donnent régulièrement tous les jours dans différents hôtels, notamment au Curhaus : lorsque le temps le permet, on peut entendre tous les matins la musique en plein air, dans la grande galerie couverte qui a été construite devant ce dernier établissement ; les poitrinaires s'étendent sur des chaises longues, en prenant la précaution de bien se couvrir de plaids ou de couvertures de voyage. Le soir, il y a tous les deux jours représentation théâtrale dans une des salles du Curhaus ; enfin quelques cafés, plus ou moins bien ventilés, reçoivent les amateurs de ce genre de distractions.

Mais ce sont surtout les jouissances prodiguées par la nature qui forment la grande ressource des curistes. Ce sont d'abord, pour les personnes les plus faibles et les plus délicates, les promenades soit sur la grand'route, soit dans les chemins plus variés de la montagne, où se trouvent de nombreux bancs de repos, d'où l'on jouit des points de vue les plus pittoresques.

Les malades déjà en voie d'amélioration peuvent se livrer à des exercices plus violents. Ces divertissements ne laissent pas que de surprendre au premier abord ceux qui, jusque-là, dans d'autres stations, avaient été habitués au régime de chambres bien closes et réglées au thermomètre, ainsi qu'à d'autres précautions minutieuses. Par ces belles journées d'hiver, où l'atmosphère est tranquille, on patine à l'envi sur la surface polie d'un magnifique champ de glace, créé et soigneusement entretenu au fond de la vallée ; ou bien on descend rapidement quelque penchant de colline couvert de neige, au moyen de petits traîneaux (tobaggans ou luges), qui vous entraînent par leur seul poids, et que l'on guide à l'aide des jambes étendues en avant ou de petits bâtons ferrés tenus à la main. Ce divertissement est très goûté à Davos, de l'un et de l'autre sexe, des vieux comme des jeunes. On voit parfois

des convois entiers de ces petits traîneaux, chargés d'une ou deux personnes, dévaler avec fracas le long des chemins en pente ou des sentiers préparés à cet effet. On peut même franchir ainsi avec la rapidité d'un train des distances d'une ou plusieurs lieues.

Les parties en grand traîneau fournissent également aux personnes faibles et délicates une occasion commode de jouir du plein air. Rien de plus attrayant que cette course rapide et sans fatigue, où l'on voit se dérouler les spectacles variés des pays alpestres. Aussi organise-t-on souvent de ces excursions en traîneau, auxquelles prennent part des sociétés entières ; la nouveauté de ce mode de transport, le joyeux tintement des clochettes des chevaux, l'action tonique de l'air vif raniment les esprits et provoquent une joie de vivre, une douce gaîté qui fait du bien à l'âme et au corps. On choisit une place bien ensoleillée pour rendez-vous d'un pique-nique d'hiver, ou bien quelque auberge rustique qui ne manque pas de confort.

C'est une erreur de croire que le séjour à Davos n'est pas possible en été, parce que cette vallée serait trop chaude. Comme nous l'avons dit plus haut, le thermomètre ne s'élève qu'exceptionnellement jusque 25° ou au delà ; même alors la chaleur est très supportable et ne dure que quelques heures. Les matinées et les soirées y sont toujours fraîches. On n'entend jamais dire que le temps soit lourd ; les nuits rafraîchissent invariablement l'atmosphère.

L'Engadine supérieure et l'Engadine inférieure ont une réputation universelle et méritée comme séjour d'été. Or Davos occupe une situation exactement intermédiaire entre ces deux vallées. On le verra par le tableau suivant, qui se rapporte à deux années, l'une riche en insolation, l'autre plus humide.

	Schuls, Engadine infér. 1243 m.	Davos 1560 m.	Sils-Maria, Engadine supér. 1810 m.
1885		*Juin*	
Moyenne mensuelle	15°,7	12°,3	10°,9
Minimum.	6,2	2,3	2,2
Maximum	28	23,1	20,8
		Juillet	
Moyenne mensuelle	16,5	13,5	12,6
Minimum.	10	7	7,2
Maximum	26,4	23,4	21,5
		Août	
Moyenne mensuelle	14,8	11,4	10,5
Minimum.	5,3	3,4	2,2
Maximum	27	23,1	19,4
1889		*Juin*	
Moyenne mensuelle	15,1	12,5	10,3
Minimum	10,6	7,4	19,4
Maximum	25	23,6	23,6
		Juillet	
Moyenne mensuelle	15,3	12,7	10,7
Minimum.	8,9	6,7	5
Maximum	28,2	27,4	22
		Août	
Moyenne mensuelle	13,7	12	10,1
Minimum.	3,7	3,2	1,3
Maximum	27,4	23,4	20,3

L'aspect de Davos pendant les mois d'été est moins extraordinaire que pendant la saison froide. Il ne manque cependant pas de charmes. Le fond de la vallée est couvert de prairies verdoyantes, parsemées de ces mille fleurs aux couleurs éclatantes qui caractérisent les paysages alpestres. La Landwasser, grossie par la fonte des neiges qui ont séjourné sur les montagnes six mois durant, roule ses eaux impétueuses à travers des méandres aussi gracieux que capricieux. Les montagnes, qui

paraissent beaucoup plus éloignées depuis qu'elles ont été dépouillées de leur manteau blanc, forment un arrière-plan sévère et pittoresque. Les belles forêts de pins et de sapins, qui se dressent sur les penchants des Alpes, répandent leurs senteurs pénétrantes et bienfaisantes dans l'atmosphère. Quelques cimes conservent leur couche de neige plus ou moins épaisse pendant quelques semaines. Enfin les clochettes du bétail, qui pâture soit dans la vallée, soit sur les montagnes, annoncent le réveil de la nature et jettent une note gaie dans le calme si particulier des hautes altitudes.

Un des grands avantages de Davos sur beaucoup d'autres localités, choisies comme séjour d'été, tient aux installations d'hiver qui y sont si parfaitement réalisées. On sait que la saison chaude dans les Alpes présente souvent des périodes plus ou moins longues de temps pluvieux ; dans les parties les plus élevées de ces montagnes, lorsque le mauvais temps va se mettre au beau, on passe par une chute plus ou moins abondante de neige. Or, la plupart des stations d'été de la Suisse ne sont organisées que pour le beau temps. Il y manque des salles communes suffisamment spacieuses et des galeries couvertes dans lesquelles les malades puissent respirer l'air pur même par les temps de pluie ou de neige ; enfin très souvent le chauffage laisse beaucoup à désirer dans ces localités. A Davos, les salles communes de conversation, de concert, de jeu, ne manquent pas, et elles sont spacieuses. Les galeries couvertes, les vérandas permettent aux curistes soit de se promener, soit de s'étendre paresseusement par tous les temps. Dès que le thermomètre descend au-dessous d'un certain degré, les appareils de chauffage qui sont installés dans tous les hôtels peuvent être mis en usage, de telle sorte que jamais les pensionnaires n'y sont exposés à souffrir du froid.

La vie à Davos change naturellement de caractère en

été. Ce ne sont plus des parties de patinage ou de traîneau ; ce sont maintenant les promenades, soit à plat terrain le long de la grand'route ou sur les nombreux chemins qui sillonnent les prairies du fond de la vallée, soit par des pentes variées dans les sentiers si pittoresques de la montagne. Les buts d'excursion ne manquent pas à Davos : les personnes affaiblies, qui ne peuvent se risquer à des marches trop longues, ont le choix entre sept ou huit itinéraires, qui demandent moins d'une heure pour être parcourus en entier ; celles qui sont plus ingambes peuvent se rendre en deux heures aux nombreuses localités ou hameaux qui sont semés tout à l'entour de Davos ; ou bien elles s'enfoncent dans les vallées latérales, qui offrent, toutes, des points de vue très variés. Enfin les étrangers les moins malades, ceux qui ne sont à Davos que dans un but prophylactique, peuvent prolonger leurs courses pédestres pendant trois ou quatre heures ; ils n'auront que l'embarras du choix : la vallée de Sertig, le village de Klosters, le défilé des Züge, le col de la Strela méritent d'être vus : on y rencontre des paysages dont le pittoresque et le grandiose peuvent rivaliser avec les points les plus célèbres de la Suisse.

L'époque de l'année la plus désagréable à Davos est celle de la fonte des neiges. Cette fonte commence généralement dans les premiers jours d'avril, quelquefois même déjà dans la dernière quinzaine de mars. Elle a lieu graduellement sous l'influence de la chaleur du jour ; la couche de neige diminue peu à peu d'épaisseur et l'eau produite est absorbée au fur et à mesure par le sol, sans que celui-ci en soit inondé et sans que l'atmosphère devienne plus humide. La couche de neige baisse chaque jour ; l'eau qui en résulte disparaît sans laisser de traces, et les nuits sont encore tellement froides que la neige devenue molle se congèle de nouveau et devient alors si dure le matin que l'on peut se promener dessus sans enfoncer ; toute la vallée et les versants des montagnes

sont transformés, jusqu'à une hauteur de 2000 mètres, en un immense champ de glace. A partir de sept heures du matin on voit, dans toutes les directions, les hôtes de Davos se promener au soleil sur la neige durcie. C'est à peine si le pied y laisse une trace visible; la marche est plus facile que sur le trottoir le mieux entretenu. La neige, il est vrai, ne conserve cette fermeté que jusque vers onze heures; mais comme le soleil se lève déjà très tôt en mars et en avril, on peut jouir pendant plusieurs heures de ce plaisir unique en son genre. La fonte des neiges se fait plus ou moins rapidement, suivant la température et la quantité de neige tombée. Elle est habituellement terminée au milieu du mois de mai du côté de l'ombre, et huit ou quinze jours plus tôt du côté du soleil. C'est ce court espace de temps qui est le plus désagréable.

Les inconvénients et les dangers de cette fonte des neiges ont été singulièrement exagérés. On parle d'une augmentation de l'hygrométrie atmosphérique; or cette augmentation est très minime, comme le prouvent les observations météorologiques. On dit aussi qu'à ce moment le temps est très variable; mais ces variations peuvent se produire à toute époque de l'année. Il est de fait qu'au moment où la neige fond, le temps est parfois très mauvais, d'autres années il est très beau. Lorsqu'il fait mauvais à Davos, il en est souvent de même dans la plaine. Il est vrai que le sol est souvent humide; mais on peut facilement parer à ces inconvénients par des précautions qui sont à la portée de tous. Ce n'est guère que lorsque le föhn souffle que la fonte prend une marche aiguë et que la route devient parfois impraticable à certaines places. Du reste, on a soin, à Davos, d'enlever le plus de neige possible sur la route dès que les chaleurs du printemps commencent, de sorte que les promenades sont rarement impossibles.

L'expérience des médecins de Davos est là pour établir que les malades qui restent dans cette vallée pendant

la fonte des neiges peuvent faire leur cure sans éprouver aucune suite fâcheuse, et que leur guérison continue sa marche régulière. Ce n'est pas qu'ils ne soient parfois exposés à contracter un refroidissement; mais cet accident peut se présenter aussi bien aux mois d'août ou de janvier; ces refroidissements n'ont, en tous cas, aucun caractère de gravité. Ils courent des risques bien plus sérieux s'ils descendent trop vite dans la plaine, où le printemps est souvent très pernicieux. En effet, le malade est acclimaté à Davos; il est habitué à une vie régulière, sous la surveillance du médecin, bien installé dans un hôtel dont l'organisation permet de régler la température suivant la saison. Les hôtels de la plaine, au contraire, sont exclusivement destinés aux personnes bien portantes. Leurs corridors, froids à cette époque de l'année, les chambres souvent humides, le service parfois défectueux ne sont pas appropriés aux malades qui viennent de faire une cure à Davos. Les conditions climatologiques de la plaine sont aussi défavorables : le froid, la pluie, le soleil alternent constamment; et il ne faut pas oublier qu'il sera plus pénible qu'on ne croit au malade de s'accoutumer à ce nouveau genre de vie, alors que ses habitudes ont été modifiées par un séjour prolongé sur les hautes montagnes.

Ce n'est pas seulement la nature qui a réuni à Davos un ensemble unique des conditions propres à en faire un excellent séjour pour les malades. La main de l'homme a également contribué à y réaliser tout ce que les progrès modernes de l'hygiène et du confort ont mis à notre disposition.

Lorsqu'on se trouve sur un point élevé du versant septentrional de la vallée et qu'on jette un coup d'œil sur toute l'agglomération de Davos, on constate immédiatement que toutes les constructions qu'on a sous les yeux ont plus ou moins le caractère de villas. On ne voit pas de ces longues séries de maisons, rangées régulière-

ment l'une à côté de l'autre et bordant des rues tirées au cordeau. Les habitations sont plantées çà et là, irrégulièrement, sans aucun plan préalable. Cette disposition a son importance hygiénique. Chaque maison forme un bâtiment isolé, permettant la libre circulation de l'air sur toutes ses façades. Entre les constructions on trouve toujours soit des jardins, soit des prairies.

Bien qu'il y ait un ou deux hôtels affectant la forme de casernes, la plupart d'entre eux ont des dimensions relativement restreintes, afin d'éviter une réunion trop considérable de malades sous le même toit. C'est ainsi qu'un des établissements les plus importants de Davos, le Curhaus Holsboer, se compose d'un bâtiment principal et de six dépendances : le premier ne peut recevoir que 80 pensionnaires ; les 120 ou 130 autres sont répartis entre les six villas annexées au Curhaus. De même, dans toute la localité, on rencontre toujours, à un degré plus ou moins prononcé, le système de pavillons, dont les avantages hygiéniques ont été reconnus pour les hôpitaux, comme pour toute autre maison de santé. En outre, il existe un grand nombre de pensions et de maisons particulières, où des malades isolés et des familles peuvent trouver des appartements meublés et faire leur propre ménage.

L'organisation intérieure des différents hôtels est à peu près la même dans tous et répond généralement bien au séjour des malades. Les chambres sont suffisamment spacieuses, aérées et éclairées ; les murs sont recouverts de bois ou de tapisseries susceptibles d'être fréquemment lavées, ce qui est important au point de vue de la désinfection. Le sol est ordinairement garni de parquets ou de linoléum ; les tapis mous et épais sont abandonnés presque partout. Les fenêtres sont grandes et construites de telle sorte que leur partie supérieure peut servir de ventilateur ; il est donc possible, même la nuit, d'établir une aération permanente sans devoir craindre les refroidisse-

ments. La plupart des hôtels et des pensions un peu considérables ont un appareil central de chauffage, soit par l'eau chaude, soit par la vapeur ; le calorifère est toujours prêt à fonctionner, même pendant la bonne saison, de telle sorte qu'à la moindre chute du thermomètre, on peut chauffer tout l'établissement, notamment les salles communes, les corridors et les escaliers. Dans les pensions plus petites, on se sert de poêles de systèmes perfectionnés, pour lesquels on emploie presque exclusivement le bois comme matériel de chauffage.

Il n'est guère d'habitation qui ne soit munie de balcons ; un grand nombre d'entre elles, surtout les hôtels, ont des vérandas, des terrasses, des galeries ou des promenoirs couverts permettant le séjour à l'air par tous les temps et en toute saison. La plupart de ces installations sont orientées vers le sud, afin d'éviter l'action des vents froids et de recevoir librement les rayons solaires.

Une question capitale pour Davos, comme pour toute station consacrée au séjour des phtisiques, est celle des dangers de contagion, pouvant résulter de la réunion sous un même toit d'un nombre plus ou moins grand de malades. Sans vouloir méconnaître la contagiosité de la tuberculose, nous croyons cependant qu'il ne faut pas en exagérer la transmissibilité. Il est avéré que les cas de contamination tuberculeuse sont relativement rares dans le personnel des hôpitaux, où se trouvent presque toujours des phtisiques arrivés à la dernière période, c'est-à-dire au moment où l'expectoration, étant très abondante, présente le summum de dangers de dissémination microbienne. Dans tous les cas, s'il y a menace de contagion dans ces endroits de cure, ce n'est guère que pour les personnes saines accompagnant les phtisiques. Car nous ne sachions pas qu'il ait jamais été établi que la pénétration de nouveaux bacilles dans les organes respiratoires déjà malades pouvait exercer une influence pernicieuse sur le processus morbide existant.

Quoi qu'il en soit, les médecins de Davos ont compris qu'il fallait s'armer de toutes les précautions possibles, ne fût-ce que pour rassurer les personnes appelées à séjourner dans cette localité. Ils ont donc pris une série de mesures des plus utiles, qui sont de nature à réduire à leur minimum les dangers de transmission morbide. C'est ainsi que chaque malade nouvellement arrivé reçoit un avis, imprimé en plusieurs langues, et formulé comme suit :

« Le danger principal de l'infection et de la propagation de la tuberculose consistant dans l'expectoration, les malades sont instamment priés de se servir exclusivement des crachoirs.

» Il est absolument interdit de cracher sur le parquet ou dans le mouchoir à cause des dangers que cela présente pour la santé.

» Pareille règle devrait être suivie non seulement par les tuberculeux, mais aussi par tout le monde.

» La Société des médecins de Davos. »

Ensuite, sous l'impulsion du corps médical, un établissement complet et perfectionné de désinfection a été installé à Davos depuis plusieurs années. Pour une somme minime, ne dépassant pas le prix d'un lavage ordinaire, cet établissement se charge de la désinfection de tous les objets ayant pu être contaminés, notamment des linges de corps, des literies, des linges de table, etc... C'est le système de la désinfection par la vapeur qui a été adopté. Les médecins en surveillent le fonctionnement. Tout le monde se loue à Davos de cette installation, qui rend les plus grands services.

Enfin, dans l'intérieur des hôtels, rien n'est négligé pour assurer la salubrité absolue des salles et des chambres où séjournent les malades. Lors de notre séjour à Davos, nous avons pu *de visu* nous convaincre de la parfaite organisation du service de propreté et de désinfection du Curhaus Holsboer.

Ce sont partout des parquets cirés ou recouverts de linoléum ; dans les corridors, les portes et les murailles se reflètent sur le sol et *vice versa*. Tout est nettoyé à fond, mais jamais à sec, de façon à éviter de répandre la poussière dans l'atmosphère. Le matin, de même que pendant les heures de repas, on ouvre tout et on établit des courants d'air partout. Une fois par mois, chaque chambre est assainie à fond ; on enlève les meubles, de sorte que rien n'échappe au nettoyage. Chaque fois qu'un malade quitte une chambre, n'y eût-il séjourné qu'un seul jour, on procède à une rigoureuse désinfection à l'aide d'une solution de sel de soude à 5 p. c. Enfin partout se trouvent des écriteaux rappelant les précautions que l'on doit prendre avec les expectorations et interdisant de déposer celles-ci sur le sol.

Il va sans dire qu'une excellente distribution d'eau potable et un système complet de canalisation ont été installés à Davos, selon toutes les règles établies par l'hygiène moderne. Enfin il existe une laiterie, fournissant un lait riche et abondant ; il est également possible d'y faire des cures de petit-lait, de koumys ou de kéfir, lorsque l'état du malade l'exige.

Davos possède également quelques institutions spéciales, qui méritent tout au moins d'être mentionnées. Deux maisons d'éducation et d'instruction ont été érigées à l'effet de recevoir les jeunes gens ou jeunes filles qui doivent faire un séjour à Davos dans un but purement prophylactique, et dont l'état de santé n'empêche pas la continuation des études. Ces établissements jouissent d'une réputation assez grande ; l'un d'eux, le *Fridericianum,* est destiné aux jeunes gens, l'autre est réservé aux jeunes filles.

Deux maisons de santé sont à la disposition des tuberculeux dont l'état se serait assez aggravé pour nécessiter l'hospitalisation. La plus ancienne est desservie par des diaconesses protestantes, la seconde est tenue par des

religieuses catholiques. Il est inutile d'insister sur les grands services que ces deux institutions doivent rendre dans une localité où sont réunis de si nombreux phtisiques.

Enfin nous mentionnerons le sanatorium du Dr Turban, qui a pour but d'appliquer, dans le climat d'altitude, la méthode thérapeutique de Brehmer-Dettweiler. Cet établissement répond à un desideratum bien souvent exprimé par les médecins, qui désiraient envoyer à Davos des malades ayant besoin d'une direction et d'une surveillance médicales étroites. Il a été organisé sur le même pied que les sanatoria des autres pays; il est installé dans la perfection, nous en avons donné une description ailleurs (1).

Quand un tuberculeux doit-il partir pour Davos? — Notre réponse sera aussi courte que précise : *le plus tôt possible.* Il ne faut rien négliger pour faire comprendre aux intéressés que la moindre perte de temps peut être très funeste. Si la climatothérapie ne donne pas toujours les résultats qu'on a le droit d'en attendre, c'est que malheureusement on y a le plus souvent recours beaucoup trop tard. Avant de se décider à un changement de séjour, on essaie les médications les plus diverses, on suit les systèmes thérapeutiques les plus variés, et ce n'est que lorsque les lésions ont fait de grands progrès et que l'entourage du malade commence à éprouver des craintes sérieuses qu'on prend la décision de s'expatrier.

De là des mécomptes fréquents, qu'on a tort d'attribuer aux stations climatologiques, et qui sont dûs à la funeste coutume, trop répandue, de cacher la vérité au malade. Celui-ci ignore les dangers qui menacent son existence et ne sait se résoudre à des sacrifices pénibles qui ne lui paraissent pas nécessaires. La famille ne connaît peut-être

(1) Moeller. *Les Sanatoria pour le traitement de la phtisie.* Bruxelles, Soc. belge de librairie, 1894, p. 75.

pas elle-même toute la réalité de la situation. Les semaines et les mois se succèdent ainsi dans une fausse sécurité, à la faveur de laquelle les lésions pulmonaires prennent des proportions désastreuses.

Donc, dès que le diagnostic est bien établi — et la découverte du microbe de Koch permet de poser le diagnostic de bonne heure — et pourvu qu'il n'existe aucune contre-indication médicale, il est du devoir du médecin de prévenir la famille et même le tuberculeux des périls de la situation. Il ne doit pas craindre, au besoin, d'effrayer un peu : il y va de la vie d'un homme. Quelques heures d'effroi et de découragement sont bien vite passées ; quelques semaines ou quelques mois de retard dans un traitement ne se réparent souvent pas.

Cependant il faut ajouter une réserve : les malades qui sont très anémiques ne peuvent se rendre à Davos au plein milieu de l'hiver, lorsque l'hiver y est très rigoureux. Le contraste entre la plaine et la haute altitude est trop grand à cette saison. Un malade trop affaibli ne saurait réagir convenablement contre ce changement; il doit se tenir dans une chambre chaude; il ne peut s'exposer à l'air très froid sans malaise notable; souvent il sera obligé de quitter Davos sans avoir pu s'y acclimater.

Les tuberculeux qui, outre des lésions pulmonaires très étendues, sont atteints d'une grande faiblesse du cœur, doivent éviter de se rendre directement à Davos. Depuis la construction du chemin de fer, on va en trois heures de Landquart à Davos ; cette transition est trop brusque pour les malades dont le cœur n'a pas assez d'énergie; ils présenteraient facilement tous les symptômes du mal des montagnes. Cette indisposition n'est pas seulement désagréable, elle peut même causer de l'œdème pulmonaire. Dans ces circonstances, il convient de séjourner pendant quelques jours dans une station d'altitude modérée (Ragaz, Seewis, Klosters).

Comment le tuberculeux doit-il vivre à Davos?—Nous ne saurions assez nous élever contre la conduite d'un grand nombre de malades qui, partant pour Davos, semblent faire tout ce qu'il faut pour ne pas retirer les bénéfices attendus de leur séjour dans cette localité. Que se passe-t-il très souvent? Arrivé à destination, le malade se rend chez un médecin — quand il s'y rend, car il n'en est pas toujours ainsi; mais enfin, les moins déraisonnables s'adressent à un médecin, lui remettent une lettre du praticien qui les a traités; puis, après avoir été auscultés et reçu quelques avis, ils s'en vont, vivent de la vie d'hôtels et de villes d'eaux, mangeant et buvant de tout, sortant à toute heure du jour et ne se préoccupant pas autrement de leur état de santé. Le climat agit; le malade se sent mieux; sa toux diminue. Encouragé par ces progrès et subissant l'influence de son désir de ne pas paraître malade, le tuberculeux reprend de plus en plus ses habitudes d'autrefois; s'il en a l'occasion, il s'adonne aux plaisirs et aux entraînements de la vie du monde; parfois même il se laisse aller à quelques excès de diverse nature, ou bien il commet quelque grosse imprudence. Puis un beau jour, au beau milieu d'une santé en apparence beaucoup meilleure, survient une complication subite, imprévue — au moins pour le malade; c'est une bronchite, une pneumonie, une hémorragie. Alors seulement on a de nouveau recours au médecin, à la surveillance duquel on n'aurait jamais dû se soustraire; et on s'étonne d'avoir perdu en peu de jours tout le fruit d'un séjour de plusieurs semaines ou même de quelques mois. Cet incident imprime trop souvent à la maladie une marche plus fâcheuse et conduit parfois à une catastrophe, qui est mise sur le compte du climat alors qu'elle est simplement due à l'imprudence ou à la négligence du tuberculeux.

Il est donc de la plus haute importance que le malade, dès son arrivée à Davos, se confie à un médecin, dont il doit suivre aveuglément et persévéramment les prescrip-

tions. L'homme de l'art, de son côté, ne doit pas se borner à percuter et à ausculter le thorax ; il doit étudier son patient, surveiller son séjour, diriger sa manière de vivre et le traiter physiquement et moralement.

Au point de vue physique, le médecin doit choisir lui-même l'habitation du tuberculeux ; il doit lui donner des conseils précis au sujet des vêtements qui lui conviennent dans ce séjour ; il entrera dans des détails minutieux au point de vue de l'alimentation, de ses occupations, de l'exercice musculaire et du repos corporel ; il ne négligera pas de s'enquérir des habitudes plus ou moins fâcheuses que le tuberculeux pourrait avoir à contracter et qui peuvent exercer une influence pernicieuse sur son état de santé.

Le traitement moral est tout aussi important. Il faut que le malade soit mis au courant de sa situation exacte ; il doit être instruit de la nature de son affection ; il sera encouragé par l'assurance que sa maladie est curable ; mais il faut ajouter ce correctif, que sa guérison dépend beaucoup de lui-même. Un tuberculeux ne doit pas seulement être un client soumis et obéissant, il doit devenir le collaborateur de son médecin. Éclairé par les conseils de ce dernier, il saura quelles sont les influences nuisibles qu'il convient d'éviter, quelles sont les ressources thérapeutiques et surtout hygiéniques qui peuvent lui être utiles. En un mot, il faut entreprendre l'éducation hygiénique de chaque tuberculeux, d'abord pour assurer les bons effets du climat, ensuite afin de prévenir les rechutes toujours possibles, lorsque le malade sera rentré dans son milieu habituel.

Combien de temps le phtisique doit-il séjourner à Davos ?— Cette question ne saurait être résolue d'une façon générale et absolue, parce que la solution dépend d'une foule de circonstances particulières, propres à chaque cas. La durée de l'expatriation doit évidemment être subordonnée à la

gravité de l'affection qu'il s'agit de guérir. Ce qu'il est cependant permis d'affirmer, c'est que le retour des malades est ordinairement trop hâtif.

Le tuberculeux devrait séjourner à Davos jusqu'à guérison complète ou, tout au moins, jusqu'à ce que le médecin déclare qu'il n'a plus rien à gagner de ce climat. Il est bien vrai que la saison de la fonte des neiges au printemps et la saison des bourrasques de l'automne sont peu favorables aux phtisiques. Mais, nous l'avons dit, on exagère les inconvénients de ces saisons de transition ; d'autre part, il est toujours possible, pendant ces quelques semaines, d'aller séjourner dans une station intermédiaire qui permette aux malades d'attendre, sans danger, l'arrivée de l'été ou de l'hiver. Mais ce déplacement n'est même généralement pas nécessaire. Nous connaissons nombre de tuberculeux qui sont restés à Davos pendant un, deux ans et plus, et qui ne sont rentrés dans leur milieu habituel qu'après rétablissement complet de leur état de santé.

Ce que nous ne saurions assez condamner, c'est la conduite de la plupart de nos poitrinaires, qui quittent nos contrées à la fin de novembre, parfois dans le courant de décembre, voire même en janvier, et qui rentrent chez eux vers le mois d'avril, si pas plus tôt. Demander à un climat, quelles que soient ses propriétés, de guérir une tuberculose, même à son début, en trois ou quatre mois de temps, c'est tout simplement vouloir l'impossible. Nous estimons que ces déplacements si courts sont souvent plus nuisibles qu'utiles, et qu'il serait moins pernicieux de demeurer dans nos régions, à condition de prendre les précautions voulues pour éviter les refroidissements et pour se procurer la jouissance d'un air aussi pur et aussi abondant que possible.

Dr Moeller.

LA LÈPRE [1]

Depuis quelques années, la question de la lèpre est revenue à la mode à la suite de diverses circonstances.

Ce fut d'abord la mort d'un héroïque missionnaire belge, le Père Damien, l'apôtre des lépreux de Molokaï, qui ramena l'attention des gens du monde sur le fléau. On se rappelle l'émotion puissante que suscita cette histoire, révélée d'abord par la presse anglaise en 1889, répétée aussitôt par les journaux de tous les pays : un prêtre catholique belge est allé seul se séquestrer dans une île misérable du Pacifique pour soigner et évangéliser un peuple de lépreux ; il a vécu dix-sept ans dans cet exil épouvantable et volontaire ; il y meurt lépreux à son tour.... L'admiration d'un grand nombre était mêlée d'étonnement : la lèpre existait donc encore ? Il y avait donc sur la terre d'autres lépreux que le poétique malade de la cité d'Aoste ?... Et le monde apprit que la terrible maladie désole encore aujourd'hui de nombreuses contrées dans toutes les parties du globe, et que cet héroïsme du Père Damien, que le hasard venait de lui

(1) Conférence faite à la Société scientifique de Bruxelles, dans l'assemblée générale du jeudi 25 janvier 1894.

dévoiler, il pouvait, quand il lui plairait, le retrouver dans une foule de missions catholiques (1).

Puis, ce fut le récit d'une infirmière anglaise, Miss Marsden, qui s'était aventurée seule à travers l'empire russe jusqu'au cœur de la Sibérie orientale, pour aller fonder dans cette région désolée des établissements de secours pour les lépreux abandonnés. Miss Marsden avait rapporté de son premier voyage des souvenirs pleins d'une telle horreur sur le sort des lépreux sibériens que les plus insouciants en furent émus. Revenue de Sibérie, Miss Marsden ne s'arrêtait que quelques mois en Europe afin d'y quêter pour ses pauvres lépreux, et repartait ensuite pour aller porter des secours aux lépreux du Kamtchatka.

Enfin, il y a quelques mois, la presse célébra un nouveau dévouement à la cause lépreuse : un moine bénédictin français, à la fois prêtre et médecin, le docteur Sauton, partait, sous les auspices du gouvernement français, pour aller étudier la lèpre dans quelques-uns de ses foyers, en rechercher le remède jusqu'ici inconnu, et répandre sur les malheureux lépreux sa charité sacerdotale avec sa science médicale.

Si les gens du monde se sont repris d'intérêt pour la lèpre et les lépreux, le monde médical, qui, pourtant, ne se désintéresse jamais d'aucune maladie, s'était ému,

(1) Mentionnons, pour ne citer que quelques exemples : la léproserie de Cocorite (Trinidad), dirigée par des religieuses dominicaines ; celle de Gotemba, au Japon, dirigée par l'abbé Vigroux, missionnaire apostolique ; celle de Bogota (Colombie), dirigée par les Salésiens ; celle de Batavia, dirigée par les Pères Rédemptoristes : dans cette dernière, un des religieux, le P. Donders, est mort après avoir passé trente ans à servir les lépreux ; la contagion l'avait épargné ; deux des successeurs du P. Donders, deux prêtres belges comme lui, les PP. Jean Romme et Jean Bakker, sont morts de la lèpre, victimes de leur dévouement comme le P. Damien. A Jérusalem, les Sœurs de Saint-Vincent-de-Paul viennent de se charger de soigner les lépreux dans de petites léproseries encore fort primitives, mais qui ne tarderont pas à prendre un grand développement si la charité européenne les soutient.

lui aussi, comme à nouveau ; depuis quelques années en effet, des découvertes et des théories nouvelles dévoilaient des points de vue inconnus dans l'étude de la lèpre : c'était, en 1874, la découverte du bacille de la lèpre par Hansen, puis les expériences hardies des médecins norvégiens sur son inoculation, puis, plus tard, tout récemment, les doctrines attrayantes de Zambaco-Pacha sur les relations de la lèpre avec d'autres maladies et sa persistance dans nos pays.

La lèpre est donc une actualité, et c'est à ce titre que nous osons présenter aux lecteurs de la *Revue des questions scientifiques* un sujet de lui-même si peu attrayant. Disons, d'ailleurs, tout en commençant, que nous n'avons pas l'intention d'en traiter *ex professo :* nous avons seulement cherché à réunir quelques notes sans prétentions savantes, et auxquelles l'à-propos seul peut donner un peu d'intérêt (1).

I

Si nous essayons de remonter à travers l'ombre croissante du passé l'histoire de la lèpre, nous la voyons se perdre peu à peu dans la nuit préhistorique.

C'est peut-être la maladie la plus anciennement décrite : le plus vieux livre du monde, le Pentateuque de Moïse, en trace un long tableau d'une exactitude admirable et effrayante (2). Le peuple juif, en effet, en était gravement atteint. La loi ordonnait que tout lépreux fût expulsé sans miséricorde du sein de la population ; les prêtres, préposés à l'exécution des lois civiles comme des lois du culte,

(1) Nous avons publié quelques pages sur le même sujet dans la *Revue générale* (déc. 1893), dans une causerie consacrée plus spécialement à la mission du Dr Sauton. On nous permettra d'y faire quelques emprunts.

(2) Le récit de Moïse dont il est ici question (l'*Exode*) nous reporte à 1500 ans environ avant Jésus-Christ.

étaient chargés d'examiner les cas douteux, et ils devaient avoir appris à discerner les symptômes du mal pour porter un jugement en connaissance de cause : de là les descriptions insérées aux Livres des Lois. Un autre livre sacré, le poème de Job, donne de la lèpre un tableau non plus didactique mais poétique, et d'une vérité peut-être encore plus frappante dans ses chants sublimes et sombres.

La lèpre ne date pas cependant de l'époque de Moïse. Selon toute probabilité, son berceau est l'Égypte (1), et c'est dans leur séjour parmi les Égyptiens que les Juifs en virent leur race infestée. Moïse ne la signale pas dans l'histoire du peuple de Dieu avant ce temps, et d'autre part les fouilles opérées en Égypte ont montré que la lèpre ravageait les terres des Pharaons longtemps avant l'arrivée des Juifs.

De l'Égypte, le mal se propagea dans tous les sens. Les Phéniciens, qui y avaient pris le terrible germe, le portèrent dans leurs expéditions jusqu'aux contrées les plus lointaines : on sait que, en Occident, ces marins intrépides avaient étendu leur commerce à tout le littoral méditerranéen, tant africain qu'européen, et même aux côtes de l'Atlantique, aux îles Britanniques, à la Scandinavie, et que, en Orient, leurs navires sillonnaient la mer Rouge et le golfe Persique, visitaient les côtes d'Afrique et les Indes : pionniers de la civilisation, ils remontaient même les fleuves pour établir des colonies à l'intérieur des terres. De leur côté, les Juifs communiquaient la lèpre aux peuples qui les avoisinaient, et, de proche en proche, le fléau se propagea dans toute l'Asie. Dans la suite des temps, surtout après la ruine de leur royaume par les Romains, les Juifs s'éparpillèrent sur toute la surface du monde : sous la malédiction divine, ce malheureux peuple, si bien personnifié dans le Juif-

(1) Plusieurs auteurs lui attribuent une seconde patrie dans l'Inde.

Errant de la légende populaire, erra par tous pays, traînant avec ses autres malheurs la souillure de la lèpre. Nous aurons plus loin l'occasion d'exposer un exemple frappant de cette lèpre *héréditaire* des Juifs, exemple dans lequel on peut en remonter le cours depuis notre époque jusqu'au temps de l'Exode.

Au reste, les Phéniciens et les Juifs, on le devine, ne furent pas les seuls propagateurs du mal : les armées d'Alexandre le Grand avaient pu le rapporter en Grèce; les légions de Pompée, en Italie, d'où l'infection pouvait aisément se répandre dans tout l'empire romain. Au VIIe et au VIIIe siècle la conquête arabe lui ouvrit de nouvelles voies ou élargit les anciennes. Plus tard encore, le va-et-vient que les croisades établirent entre l'Occident et l'Orient contribua à son tour à étendre et à fortifier par de nouveaux apports la lèpre en Europe (1).

De contrée en contrée, le mal envahit rapidement toute l'étendue de l'Afrique et de l'Europe, comme il avait envahi l'Asie. Le Nouveau-Monde fut à son tour contaminé. La lèpre y arriva-t-elle dans les navires de ces hardis Phéniciens que l'on croit avoir abordé en Amérique

(1) On a dit á ce propos que les croisades avaient importé la lèpre en Occident, et particulièrement en France : c'est une erreur ; leur rôle se borna à favoriser la propagation de la maladie orientale, qui avait pu arriver en France, on l'a vu, par plusieurs autres moyens. Et de fait, nos historiens constatent que la lèpre existait en Gaule dès les premiers siècles de notre ére et peut-être même avant. On connaît la fondation d'une léproserie dans le Jura en 460; et dans les siècles suivants, ces établissements se multiplièrent énormément : au XIe siècle, il y en avait 2000 en France. (LABOURT, *Recherches sur l'origine des ladreries, maladreries et léproseries*, Paris, 1854; et SALITES, *Thèse de Paris*, 1877. — ZAMBACO-PACHA, *État de nos connaissances actuelles sur la lèpre*, SEMAINE MÉD., 10 juin 1893.)

En Belgique, la première léproserie dont on constate l'existence est celle des Grands-Malades, aux portes de Namur; elle fonctionnait probablement déjà en 1118 et peut-être avant. Gand fonda une léproserie en 1147 ; Bruxelles en possédait une aussi au milieu du XIIe siècle; l'hôpital de Cornillon, destiné aux lépreux, à Liége, fut fondé en 1180; la léproserie de Mons existait en 1216; les seigneurs de Beaufort en établirent une près de Huy (probablement à Saint-Léonard) en 1258. (J. BORGNET, *Les Grands-Malades*, ANN. SOC. ARCH. DE NAMUR, t. I, 1849.)

dans leurs aventureuses expéditions ? Cela n'est pas inadmissible, mais il est plus vraisemblable que ce furent les conquérants espagnols qui firent à leur nouvelle patrie ce funeste présent. Peut-être même la lèpre américaine est-elle plus récente encore,, car certains auteurs pensent qu'elle date de l'importation des esclaves africains, comme si ce long crime de la traite des Noirs eût porté en lui-même, ainsi que tous les grands forfaits, son inévitable châtiment : il est de fait que c'est au XVIIe et au XVIIIe siècle qu'on a constaté d'abord avec certitude la lèpre en Amérique, et que c'est dans les pays à esclaves qu'elle s'est propagée avec le plus d'intensité. Suivant d'autres autorités, l'Amérique du Nord en particulier aurait reçu la contagion par deux vois opposées : à l'occident par les immigrations chinoises, à l'orient par les navigateurs et les colons norvégiens.

On est moins bien fixé encore sur le mode d'introduction de la lèpre dans les lointaines régions de l'Océanie : il semble que l'infection y arriva par ces grandes îles de la Malaisie, qui relient comme les pierres d'un gué de géants l'Australie aux Indes et à l'Extrême-Orient : Java, Sumatra, les Philippines, Bornéo, Célèbes, etc., furent en effet les premières attaquées. La contamination de l'Australie, de la Nouvelle-Zélande, de la Nouvelle-Calédonie, des îles du Pacifique paraît au contraire de date récente. Il n'y a guère plus d'un demi-siècle que les îles Sandwich, illustrées par l'héroïsme du P. Damien, ont été atteintes — vraisemblablement par une importation chinoise ; — il existe d'ailleurs plusieurs îles de la Polynésie encore indemnes de la maladie.

II

On le voit, la lèpre est un terrible conquérant : elle a fait le tour du monde, et pas un pays de quelque étendue n'a échappé à l'étreinte de sa main cruelle. Toutefois, elle n'a pas su conserver en tout lieu sa domination : bon nombre de ses anciennes provinces ont successivement échappé à son empire, et parmi elles nos régions de l'Europe centrale. On peut croire même que son règne, après une période d'extrême violence, tend à s'affaiblir graduellement dans l'ancien monde.

Mais faut-il, avec certains médecins, généraliser cette thèse et dire que la lèpre se retire peu à peu de la terre? Cette conclusion nous paraît mal fondée et incertaine; voici les raisons de notre doute.

Il est vrai que, il y a quatre ou cinq siècles et moins encore, l'ancien continent tout entier subissait les atteintes de la lèpre, tandis qu'aujourd'hui les pays lépreux s'y comptent distinctement. Mais il faut remarquer que les progrès de la médecine ont permis de distinguer de la lèpre plusieurs maladies cutanées que les médecins de l'antiquité, et même ceux du moyen âge ou des derniers siècles confondaient avec elle. De ce chef, il faut donc restreindre le nombre fabuleux des victimes de la lèpre aux temps anciens. Il est certain, par exemple, que dans les dix-neuf mille léproseries comptées en Europe au XIIIe siècle par l'historien Mathieu Paris, on internait bon nombre de malheureux atteints de scrofules, de dartres, d'ulcères de nature diverse, et surtout de ces maladies qu'on ne nomme pas, châtiments de l'inconduite, dont les stigmates flétrissants ressemblent parfois extrêmement aux pires manifestations de la lèpre.

En second lieu, il faut bien avouer que si la lèpre paraît avoir abandonné certains pays, elle a cédé surtout dans ceux où de rigoureuses mesures de séquestration la

combattaient énergiquement, et où, de plus, la civilisation plus avancée qu'ailleurs ajoutait à ce moyen de défense des habitudes de propreté, d'hygiène alimentaire, d'habitation confortable (1).

Enfin, ces pays rachetés sont ceux de l'Europe centrale, c'est-à-dire les nôtres ou nos voisins, et nous devons nous défier de juger le monde d'après nous-mêmes :

« Toujours l'homme ramène à soi tout l'univers, »

et se persuade aisément que le monde entier est en bon ordre lorsqu'il a rangé sa propre maison.

Si, tenant compte de ces considérations, nous énumérons les nombreux foyers de lèpre qui parsèment encore notre continent, si nous y ajoutons les nouvelles conquêtes de la maladie dans les contrées lointaines, nous seronts plus prudents à juger, et peut-être la lèpre, loin de nous annoncer son déclin, nous apparaîtra encore dans tout le funèbre éclat de sa puissance formidable. Voici en effet les grandes lignes du tableau bien sombre encore qu'un pareil examen nous révèle.

L'Afrique entière est encore atteinte, mais avec une intensité variable dans ses diverses parties : l'Égypte, la première patrie du mal, continue à fournir son large contingent de victimes ; l'immense littoral du Continent Noir paraît plus éprouvé que ses régions intérieures, quoique ni le Congo ni aucune des parties profondes jusqu'ici explorées ne soit à l'abri de la maladie. Le cortège des îles africaines subit le même sort que le continent. Sauf à Madère et en Algérie, le mal est loin de paraître s'affaiblir.

L'Asie est peut-être la partie du monde la plus grave-

(1) Il faut dire cependant que cette mystérieuse maladie abandonne parfois certains pays sans qu'on en puisse découvrir la raison. C'est ce qui a lieu actuellement pour le Finmark, où nulle séquestration n'est exercée, et où les conditions sont déplorables ; la lèpre y est pourtant en décroissance.

ment éprouvée : la Sibérie, la Chine, le Japon, l'Indo-Chine, l'Inde sont autant de foyers plus ou moins intenses de la lèpre; on la rencontre aussi en abondance dans certains districts de la Perse, dans le Turkestan, l'Afghanistan, l'Arabie, la Syrie, etc.

En Europe, où le fléau semble franchement diminuer, on en compte encore de nombreuses victimes dans presque toutes les terres baignées par la Méditerranée, surtout en Orient. Les rives russes de la mer Noire et de la mer Caspienne sont aussi décimées. Le centre de l'Europe, nous l'avons dit, s'est à peu près purifié de la contagion; la France, la Belgique, les îles Britanniques ne semblent plus avoir de lèpre *autochtone,* c'est-à-dire contractée dans dans le pays même (1); mais le nord en présente encore de véritables foyers, quoique en voie d'extinction : c'est ainsi que la Norvège et l'Islande, surtout sur leur littoral, sont des terres *classiques* de la lèpre, et qu'on la voit sévir encore dans le nord-ouest de la Russie.

Les pays américains les plus décimés par le fléau sont le Brésil, et les contrées riveraines de la mer des Antilles et du golfe du Mexique.

Nous avons signalé déjà l'envahissement partiel de l'Océanie, et la marche de la maladie fait augurer que, si les gouvernements intéressés n'y pourvoient par une prophylaxie très rigoureuse, on y verra la lèpre faire de grands progrès en étendue et en intensité : il n'est peut-être pas de pays au monde qui présente un terrain plus favorable au développement de cette maladie. On en a eu un funeste exemple aux îles Sandwich, où le mal, depuis cinquante ans, s'est multiplié sous ses formes les plus affreuses avec un éclat vraiment terrible.

(1) On y rencontre des cas de lèpre exotiques. C'est ainsi qu'à Paris, suivant le Dr Besnier, il y aurait plus de 120 lépreux, tous ayant contracté le mal dans les pays étrangers. La Belgique semble plus " pauvre " : d'après des renseignements dont nous avons à remercier M. le Dr Dubois, de Bruxelles, il n'y aurait peut-être plus eu un seul cas de lèpre en Belgique depuis une douzaine d'années. — Nous aurons plus loin à signaler une théorie qui nie cette complète disparition de la lèpre dans nos pays.

III

C'est que, en effet, il en est des maladies comme des plantes : chacune d'elles a son terrain de prédilection où elle se développe mieux qu'ailleurs. Des conditions très diverses contribuent à préparer ce terrain, sans que parfois le savant le plus perspicace puisse découvrir la raison de ces influences.

Il est difficile de définir à cet égard le rôle du climat dans l'histoire de la lèpre. De sa patrie africaine, nous l'avons vue en effet se propager jusqu'aux régions les plus septentrionales, et l'on rencontre ses victimes aussi bien en Sibérie qu'aux îles équatoriales. Cependant les pays à climat tempéré paraissent résister mieux que ceux qui sont soumis aux grands excès de chaleur ou de froid.

On a pu remarquer, dans le tableau que nous venons de tracer de la distribution géographique de la lèpre, que les peuples voisins de la mer sont plus exposés à ses atteintes : c'est aux îles et sur les littoraux plutôt que dans l'intérieur du continent qu'elle se montre la plus puissante. Beaucoup de spécialistes recherchent la cause, au moins partielle, de ce fait dans le mode d'alimentation de ces peuples, comme si les produits de la mer apportaient à l'organisme un élément prédisposant à la maladie. Des faits nombreux, que nous ne pouvons énumérer dans ce peu de pages, favorisent cette manière de voir.

Les îles Feroë, par exemple, ont vu la lèpre les abandonner progressivement depuis une cinquantaine d'années, c'est-à-dire depuis que leurs habitants ont commencé à renoncer à la pêche et à l'usage de la chair de baleine pour se livrer à l'agriculture (1). Ne faudrait-il pas rapprocher les faits de ce genre de certaines observations d'ordre beaucoup plus vulgaire? Qui ne sait que divers

(1) Brassac, *L'Éléphantiasis*. Dict. encycl. sciences méd., t. XXXIII, p. 441.

aliments tirés de la mer, les crevettes, les homards, les moules, les clovisses, etc., engendrent chez certaines personnes des affections cutanées telles que les urticaires et d'autres éruptions plus ou moins sérieuses? C'est d'ailleurs une précaution conseillée par les médecins dans certaines maladies de la peau, de s'abstenir d'une alimentation trop salée.

Mais une influence plus grave, qui favorise la propagation de la lèpre, est celle de la *misère,* suivie de ses conséquences inévitables, la malpropreté du corps et de l'habitat, et la nourriture insuffisante ou malsaine, — la première mettant obstacle aux fonctions régulières de la peau, la seconde affaiblissant tout l'organisme ou même l'intoxiquant par des produits putrides. On se fait difficilement une idée, à ce sujet, de l'état sordide dans lequel vivent certaines races tant du nord que du midi : dans les îles de l'Archipel, cruellement éprouvées par la lèpre, le peuple s'alimente avec du caviar rouge puant, putride, très salé, de poissons séchés et d'huile de mauvaise qualité. A l'île de Marmara, les habitants pêchent le thon et le maquereau, qu'ils salent pour l'exportation; cette opération exige qu'on enlève aux poissons la tête et les entrailles; on conserve ces déchets dans du sel gris, et c'est de cette nourriture répugnante que se nourrit le peuple pendant toute l'année (1). Les Lapons du Finmark vivent dans une malpropreté tout aussi révoltante : ils ne prennent aucun soin de toilette et s'entassent pour éviter le froid dans des huttes de peau recouvertes de terre, où l'air ne se renouvelle jamais, et où la vermine les dévore.

Ces milieux repoussants servent dignement de cadre à la maladie hideuse dont nous allons maintenant esquisser le tableau.

(1) Zambaco-Pacha, *op. cit.*

IV

La lèpre est une maladie d'origine nerveuse, mais dont les accidents retentissent principalement à la peau et dans les organes externes.

Suivant ses manifestations, les médecins la divisent en plusieurs variétés, et principalement en lèpre tuberculeuse et lèpre anesthésique.

Les premiers symptômes de la lèpre tuberculeuse sont de larges taches pâles ou colorées de la peau, sous lesquelles celle-ci devient insensible. Sur ces taches ou en dehors d'elles apparaissent ensuite de petites nodosités, qui grandissent et atteignent à la longue le volume d'un pois, d'une noisette, et même d'une noix ; comme c'est au visage surtout que ces tubercules se forment en plus grand nombre et avec les plus grandes dimensions, l'aspect du malade devient hideux : cette face d'un rouge cuivré, totalement couverte de bosselures et de profonds sillons, perd la physionomie humaine ; les paupières pendantes, les lèvres devenues énormes, les groupements de nodosités aux arcades sourcilières, au nez et au menton, donnent au malade un facies effrayant qui rappelle vaguement celui du lion, — d'où le nom de *léontiasis* parfois attribué à la maladie ; — les mains, dont les doigts se renversent et se recroquevillent, se paralysent en griffes. Ce premier état peut durer des années, et, quelque affreux qu'il soit, c'est encore un temps de répit que le lépreux souhaiterait voir durer toujours, pour échapper aux accidents qui lui succèdent : pendant cette période, en effet, ses souffrances ne sont pas très grandes, ou du moins leurs accès violents ne sont pas permanents. Mais le mal suit son cours. Les tubercules se crevassent les uns après les autres, et laissent à leur place ces plaies béantes, sanieuses et fétides qu'on nomme des ulcères. Puis de nouveaux tubercules repoussent en d'autres régions du

corps, et s'ulcèrent à leur tour, et le supplice recommence et recommence encore. Oserai-je ajouter un détail plus horrible? Ces ulcères mal soignés deviennent parfois le siège de milliers de parasites qui dévorent lentement... L'infortuné lépreux est devenu un objet de dégoût pour les autres et pour lui-même ; l'air qui l'entoure est irrespirable.

Bientôt il assiste vivant à sa propre destruction. Un ulcère s'ouvre sur le globe de l'œil et l'œil se vide ; une à une les phalanges des doigts se détachent ou se résorbent ; parfois un pied, une main disparaît entièrement. Ainsi que Job, le misérable sent avec désespoir son corps tomber en lambeaux comme un vêtement rongé des vers, et il supplie Dieu de le laisser mourir (1).

Cependant les organes essentiels ne sont point atteints, et il est condamné à vivre jusqu'à ce que l'ulcération pénètre enfin dans l'intérieur de son corps. C'est d'abord la bouche que le mal va ronger, et parfois le monstre y met une sorte de cruauté intelligente : la voûte du palais se creuse en ogive, et finit même dans quelques cas par disparaître, de sorte que la bouche communique largement avec les cavités nasales ; à leur tour, les os et les cartilages du nez se détruisent, et tandis qu'à l'extérieur cette effroyable lésion se traduit seulement par un affaissement total de la face, à l'intérieur la cavité de la bouche, devenue énorme, s'élève du pharynx et de la bouche jusqu'aux sinus frontaux. Parfois, c'est la suffocation qui met fin aux souffrances du condamné ; d'autres fois, l'affaiblissement général l'épuise et le fait tomber dans un marasme mortel, ou encore, les altérations graves des organes profonds amènent des désordres fonctionnels croissants qui le font lentement se mourir.

L'autre variété de lèpre que reconnaissent les spécia-

(1) " Quasi putredo consumendus sum et quasi vestimentum quod comeditur a tinea.... — Desperavi, nequaquam ultra jam vivam : parce mihi, nihil enim sunt dies mei.... „ (Job, VII : XIII.)

listes est la lèpre anesthésique ou lèpre nerveuse; mais, notons-le, il ne s'agit pas ici de deux maladies différentes de nature, mais de deux formes d'une maladie unique. Suivant Leloir, on pourrait même dans des cas nombreux les considérer comme deux phases successives de la maladie : lorsque la lèpre tuberculeuse n'a pas tué le malade sous ses atteintes, il est normal en effet que la lèpre anesthésique lui succède pour achever son œuvre de mort. Au surplus, très souvent la lèpre anesthésique n'attend pas pour se déclarer la cessation des phénomènes tuberculeux ; elle se manifeste sans que son introductrice lui ait préparé les voies ; ou bien encore, les deux formes se combinent pour constituer ce qu'on appelle la lèpre mixte.

Il est plus malaisé de décrire la lèpre anesthésique que la lèpre tuberculeuse, parce que plusieurs manifestations de la première sont extrêmement variables ; les lésions des nerfs y sont plus graves, et les désordres que cette désorganisation nerveuse entraîne sont des plus divers et parfois des plus étranges.

La lèpre anesthésique tire son nom de certains troubles qu'elle amène dans la sensibilité et la motilité, troubles plus accentués que dans la forme tuberculeuse. Les hideuses néoplasies que nous venons de décrire dans la lèpre tuberculeuse ne se forment point ici : il n'y a pas de tubercules ; mais l'horreur du tableau n'en est point affaiblie. Au début, le lépreux anesthésique voit encore des taches marbrer sa peau ; des ampoules se forment ensuite, qui évoluent et finissent par crever en laissant échapper un liquide répugnant. L'un des symptômes les plus tristes de cette forme de la lèpre consiste en des douleurs terribles, poignantes, intolérables, qui torturent tantôt une région du corps, tantôt une autre, douleurs implacables qui ne lâchent leurs victimes ni un jour ni une heure, et qui peuvent durer des semaines, des mois, des années. Au dire des infortunés lépreux, rien ne

peut donner une idée de ces souffrances atroces, qu'aucun traitement ne peut faire céder. Aussi voit-on ces malheureux tomber dans une langueur profonde, d'où, bientôt, rien ne peut plus les tirer; leur teint devient livide comme celui des morts, leur figure se creuse de plis anxieux qui les stigmatisent pour toujours comme d'un sceau de désespoir. Parfois le moindre mouvement, le moindre attouchement provoque des paroxysmes de douleur ; le malade ne peut plus même porter les aliments à la bouche, et périrait de faim sans le secours de ses infirmiers ; le contact même des draps de son lit lui devient intolérable. Pour mettre fin à ces douleurs sans remède, on pratique souvent l'amputation du membre atteint, mais parfois ce moyen héroïque est encore impossible, car les douleurs peuvent siéger dans des parties du tronc ou de la tête. Cependant, si ce long martyre vient à cesser, le lépreux anesthésique s'attend à d'autres tortures, car il faut ordinairement de longues années encore pour amener à son chevet la mort libératrice. Comme dans la lèpre tuberculeuse, on voit les mains et les pieds s'atrophier d'une façon monstrueuse, les doigts tomber ou se résorber ; les yeux se vident, la figure se fige en un masque difforme, immobile et effrayant. De vastes ulcères ont dénudé les membres jusqu'aux os ; mutilé dans tout son corps, tourmenté d'une soif inextinguible, impuissant à se mouvoir, le lépreux est plongé dans la stupeur : indifférent à tout ce qui passe autour de lui, indifférent même à la corruption envahissante qui le ronge petit à petit, il passe ses longs jours assis ou couché, sans un mouvement, sans une plainte, sans une larme, à jamais désespéré... Signe d'une suprême horreur enfin, il répand autour de lui une fade odeur de cadavre. Comme le dit Danielsen, « le corps est mort longtemps avant que le malade soit arrivé au terme de ses jours » (1). Mais, le croira-t-on? sur cette ruine

(1) Leloir, *Traité de la lèpre.*

infecte, l'âme immortelle plane toujours : on interroge ce cadavre, et il répond, et l'on s'épouvante de découvrir encore en lui une intelligence, une mémoire, et, chose qui fait pleurer, un cœur, un cœur qui ne peut mourir, et qui sait encore remercier le dévouement dont on entoure son interminable agonie... Quiconque a vu ce spectacle a compris que notre corps n'est rien qu'un misérable vêtement et que nous sommes immortels !

Il arrive fréquemment, et c'est presque un bonheur, que la maladie ne poursuit pas son cycle jusqu'au bout, soit que l'ulcération entreprenne de bonne heure les voies respiratoires, soit que la corruption épuise rapidement les forces du malade, soit enfin que des complications étrangères surviennent, ainsi que cela se présente très souvent. On conçoit en effet que la maladie que nous venons de décrire ouvre la porte à beaucoup d'autres affections morbides, telles que les fièvres éruptives, la scarlatine, la rougeole, l'érysipèle, la variole, toutes les dermatoses. L'une des maladies qui se greffent le plus souvent sur le lépreux, surtout sur le lépreux tuberculeux, et l'emporte avant la lèpre elle-même, est la tuberculose sous ses différentes formes. D'ailleurs la lèpre est une maladie au long cours. La forme tuberculeuse, qui est la plus grave, met six, huit et même dix ans à tuer le malade, quand elle suit son cours normal dans les pays où elle sévit avec intensité ; la forme anesthésique subit parfois de très longs arrêts, qu'on pourrait prendre pour des guérisons s'ils n'étaient presque infailliblement suivis de rechutes, et qui permettent aux malades de porter la lèpre pendant vingt ans, trente ans et plus (1). Or, sur un pareil laps de temps, un homme même bien portant est exposé à plus d'une maladie mortelle, et le lépreux l'est plus encore. Il s'ensuit que les lépreux meurent souvent d'une autre maladie que la lèpre.

(1) Leloir cite un cas de 44 ans.

Le lecteur a pu s'étonner, s'il n'est pas médecin, de nous voir définir la lèpre une maladie d'origine nerveuse. C'est que, de toutes les altérations organiques causées par la lèpre, les premières, en effet, et les plus graves par leurs conséquences sont les altérations du système nerveux. Quelques mots d'explication rendront facilement compte du rôle prépondérant qu'on leur attribue dans la maladie.

Le système nerveux, on le sait, ne gouverne pas seulement les fonctions de notre vie animale, telles que la sensibilité, la motilité : notre vie végétative, la nutrition de nos organes est aussi sous sa dépendance. Suivant les portions de cet appareil qui sont lésées dans un accident ou une maladie, on verra des troubles se déclarer dans l'un ou l'autre ordre des fonctions qu'il commande; il peut se faire, d'ailleurs, que les lésions se confondent, et qu'il en résulte des accidents dans la sensibilité et la motilité en même temps que dans la nutrition des tissus. C'est ce qui a lieu dans les lésions lépreuses.

Le mal attaque d'abord le système nerveux, et son siège primitif se trouve dans des portions de nerfs assez éloignées du cerveau et de la moelle épinière : en termes médicaux, c'est une *névrite périphérique;* elle attaque principalement les nerfs de la face et des membres. Les fonctions de ces nerfs étant suspendues ou altérées, des troubles croissants se déclarent dans les parties du corps qu'ils animaient; la sensibilité disparaît, puis, plus tard, la motilité : c'est l'anesthésie, puis la paralysie des parties lépreuses, cette dernière amenant bientôt les affreuses déformations que l'on sait. Les tissus éprouvent aussi de graves désordres dans leur nutrition : c'est l'origine de ces tubercules et de ces ulcérations, qu'on pourrait comparer aux loupes et aux chancres des arbres mal nourris; les extrémités se nécrosent et tombent comme des branches mortes, ou se résorbent graduellement.

Telle est la marche de la maladie, telle que nous la révèlent les recherches récentes de la science, et certes,

c'est un des plus beaux succès des études cliniques aidées de patientes expériences de vivisection sur les animaux, que d'avoir pu rendre compte de ces causes nerveuses dans les accidents lépreux. Vulpian, Charcot et d'autres ont étudié avec une sagacité admirable ces altérations consécutives aux lésions nerveuses, et il est intéressant de montrer par cet exemple comment l'expérimentation a éclairé l'observation. Vient-on à tirailler, déchirer, brûler un nerf cutané, il se produit des accidents de plusieurs espèces : les premiers sont des éruptions à la peau, puis viennent des ulcérations rebelles, dont la cicatrice, quand elle se produit, laisse des traces indélébiles. Le gonflement du derme succède à ces accidents, la peau devient lisse, ses sécrétions disparaissent, et l'épiderme se fend et s'écaille. Les muscles s'atrophient, les douleurs articulaires aboutissent à l'ankylose, et plus tard les os deviennent le siège d'inflammation et de nécrose avec éliminations successives (1). Ces accidents consécutifs à des lésions nerveuses traumatiques artificielles, des lésions naturelles peuvent les provoquer; et quand ces lésions naturelles sont produites par un microbe d'une certaine nature s'attaquant aux nerfs, les accidents extérieurs qui en résultent constituent la maladie de la lèpre.

Aussi bien au point de vue de l'élégance des procédés de recherche que de leurs résultats, qui nous font mieux connaître une des plus redoutables maladies de l'homme, l'étude que nous venons de résumer en quelques lignes est digne de ses célèbres auteurs; et, pour le dire en passant, quand, vis-à-vis de ces travaux d'une si grave portée, on écoute l'indignation lamentable que les vivisections suscitent dans certaines âmes sensibles, on ne sait s'il faut sourire ou se fâcher.

(1) Brassac, *L'Eléphantiasis*. Dict. encycl. sc. méd., t. 33, p. 461.

V

Avant de continuer l'étude de la lèpre en elle-même, nous ouvrirons ici les honneurs d'une parenthèse à une théorie récente qui préoccupe vivement l'attention des léprologues.

Contrairement à ce que nous avons dit de la disparition du fléau dans nos pays, le Dr Zambaco-Pacha, de Constantinople, un des plus éminents dermatologistes de notre temps, pense que la lèpre persiste encore dans des régions considérées comme indemnes, mais qu'elle y revêt des *formes atténuées,* sous lesquelles les médecins la méconnaissent souvent.

Cette théorie de la *lèpre atténuée,* proposée par le Dr Zambaco-Pacha à l'Académie de médecine de Paris au mois d'août 1892, n'est pas absolument neuve : le professeur Leloir, auteur d'un savant *Traité de la lèpre* devenu classique, en avait émis l'idée dès 1885, avec une très prudente hésitation, il est vrai ; Lang d'Inspruçk avait aussi proposé le même doute à la même époque (1) ; mais c'est à Zambaco-Pacha que revient l'honneur d'en avoir fait une thèse et de l'avoir défendue.

Si elle est juste, elle donne l'explication très simple de plusieurs maladies de nature inconnue, que l'on ne sait où ranger, et dont on a fait jusqu'ici, faute de mieux, autant d'entités morbides nouvelles et différentes. Il y a dix ans, par exemple, un médecin breton, le docteur Morvan, décrivit une maladie jusqu'alors ignorée ou du moins qui n'avait point attiré l'attention ; depuis lors on en a signalé 33 cas, tous en Bretagne. Sans nous attarder à la décrire, nous dirons seulement qu'elle entraîne certains symptômes analogues à la lèpre commune et qu'elle en diffère par d'autres. La « maladie de Morvan », comme on

(1) Leloir, *Traité de la lèpre*, p. 263. — Id., Journal des maladies cutanées et syphilitiques, avril 1893.

l'a étiquetée, n'est, d'après M. Zambaco-Pacha, qu'une lèpre atténuée, derniers vestiges d'une infection qui s'éteint, et dont la Bretagne serait un des foyers affaiblis.

Une autre maladie, observée en d'autres lieux, la syringomyélie, dont on trouve le premier signalement en 1837, mais qui n'a commencé à être étudiée avec soin qu'en 1883, rentre pour Zambaco-Pacha, en partie du moins, dans le même cadre : selon lui, on a confondu diverses espèces morbides sous le nom de syringomyélie, mais plusieurs d'entre elles ne sont que des manifestations atténuées de la lèpre antique, ou, comme il les appelle d'un nom générique, des *léproses*.

Le Dr Zambaco-Pacha est d'ailleurs poussé par je ne sais quelles tendances à aller fort loin dans cette voie : c'est ainsi que, frappé par la ressemblance du microbe de la lèpre avec le microbe de la tuberculose, ainsi que par certaines analogies dans le processus des deux maladies, il n'est pas éloigné d'admettre quelque chose comme une très proche parenté entre la lèpre et la tuberculose... Il n'ose pas déclarer que la tuberculose à ses yeux pourrait bien être une léprose; il se plaint qu'on traiterait d'hérésie une telle assertion ; ... mais on lui devine au fond la tentation de cette nouvelle synthèse plus hardie que les autres. Une pareille doctrine susciterait bien des récriminations, il est vrai, mais d'autres y verraient une idée de génie.

Quoi qu'il en soit, et sans aller jusqu'à ces rapprochements extrêmes, il faut avouer que ces idées de généralisation sont assurément celles d'un esprit à vues larges et puissantes, et cette belle synthèse des *léproses*, comprenant la maladie de Morvan, la syringomyélie et la lèpre, charme au premier coup d'œil. Elle a été accueillie des uns avec un véritable enthousiasme, des autres avec incrédulité et défiance. C'est qu'elle est loin, en effet, d'avoir satisfait à toutes les objections, et surtout elle n'a pas encore pour elle de faits positifs absolument irrécusables qui démontrent l'identité de nature des diverses *léproses*.

C'est ainsi que Zambaco-Pacha n'a pu jusqu'ici montrer le microbe spécifique de la lèpre dans la syringomyélie et la maladie de Morvan, et tant qu'il n'aura pas produit cette preuve certaine, sa théorie manquera de son meilleur argument. « Nous sollicitons, disaient, il y a un an, deux de ses contradicteurs, dont les noms font autorité, MM. Besnier et Vidal, nous sollicitons la preuve matérielle, sous la forme de bacilles lépreux, des idées émises par M. Zambaco... M. Zambaco fait actuellement une vive agitation scientifique autour d'une question des plus intéressantes; il cherche à amener une véritable révolution dans un chapitre particulier de l'histoire médicale. Il importe au plus haut point qu'il fournisse des preuves nettes, scientifiques de ce qu'il avance. Il le faut pour l'honneur même de la séduisante théorie qu'il propose. Qu'il nous montre les bacilles de Hansen chez un seul lépreux autochtone de Bretagne, et il aura déjà fait un pas énorme vers la démonstration péremptoire (1). » Depuis une année que cette demande — j'allais dire ce défi — lui a été posée, Zambaco-Pacho et les partisans de ses doctrines n'ont pu y satisfaire, et nul ne sait s'ils le pourront jamais (2).

VI

Après la description que nous avons donnée de la lèpre, se pose naturellement la question de la cause de cette maladie. Nous venons de la signaler en parlant de son microbe spécifique.

Depuis longtemps déjà, les observateurs avaient pu

(1) *Annales de dermatologie*, déc. 1892.

(2) Il faut cependant concéder à Zambaco-Pacha que ses adversaires sont peut-être trop exigeants : d'une part, il est possible dans certains cas d'affirmer l'existence de la lèpre sans trouver son bacille; d'autre part, ce bacille est parfois très difficile, ou même impossible à déceler dans certaines formes de lèpre anesthésique bien caractérisées.

noter de nombreux signes qui tendaient à faire ranger la lèpre dans la classe déjà nombreuse des maladies microbiques, mais le micro-organisme soupçonné avait échappé à toutes les investigations, lorsque, en 1874, le Dr Armauer Hansen, de Bergen (Norvège), le découvrit enfin dans les tubercules de la peau du lépreux.

Le *Bacillus leprae,* tel est le nom de ce petit être formidable, a la forme d'un petit bâtonnet long de trois à sept millièmes de millimètre et épais d'un demi-millième. Il est parfois difficile et même presque impossible à déceler dans certaines formes de lèpre anesthésique ; mais, dans la lèpre franchement tuberculeuse, on le trouve en quantités inimaginables dans les portions de nerfs attaquées et dans tous les tissus malades, qui en sont comme farcis.

Un détail à signaler en passant, mais qui ne manque pas d'un grand intérêt pratique, consiste dans l'immunité de l'épiderme vis-à-vis du bacille de la lèpre : alors que le derme en est entièrement contaminé, on n'en découvre aucun dans la couche épidermique, si ce n'est parfois dans les follicules des poils et dans les glandes sébacées. A moins donc que ces minces canaux ne puissent servir de voie d'introduction au microbe, il semble que l'épiderme lui oppose une barrière fort difficile à franchir... Dès lors nous voici loin de ces idées effrayantes que l'on se faisait autrefois du contact d'un lépreux ; nous voilà loin de ces lois cruelles du moyen âge, qui défendaient aux lépreux « de toucher quelque part qu'il se trouve aucune chose qu'il voulait acheter, sinon avec une verge ou baston ; de passer par les chemins estroicts pour obvier aux rencontres contagieuses ; de toucher aucunement les petits enfants, de leur donner aucune chose, ni à quelque autre personne que ce soit ». Aujourd'hui, le soldat charitable qui visitait le lépreux de la cité d'Aoste ne mettrait plus son gant pour toucher la main du paria ; on y perd peut-être quelque chose du côté de la poésie et du romanesque, mais on y gagne la joie de pouvoir serrer la main avec cordialité aux pauvres lépreux...

C'est un fait bien mince en soi et d'une expression bien sèchement technique que cette découverte de l'impénétrabilité de l'épiderme au virus lépreux, et pourtant il me paraît grand et il m'émeut. Qu'on me laisse le dire, car je le sais, je l'ai vu : pour ces misérables lépreux, qui se sentent honnis des hommes, et qui ont pourtant un cœur comme le nôtre dans leurs pauvres corps horribles, c'est une chose précieuse entre toutes et ardemment désirée, qu'une poignée de main affectueuse ou une caresse. C'est si rare dans leur vie sombre qu'une heure ensoleillée par un rayon d'amitié... J'ai vu cela un jour, et ce jour-là, en sortant d'un hôpital, attristé par les souffrances que j'y avais étudiées, je pensais en moi-même et j'admirais que la science, déjà si belle par elle-même, est deux fois belle et deux fois sainte quand elle protège la charité... Bossuet voulait que toute science se tournât à aimer ; sa profonde parole me revenait à l'esprit, et je me disais que, de toutes les parties de l'histoire naturelle qu'étudient les hommes, il n'en est pas de plus belle, de plus noble, de plus sacrée que la médecine, parce qu'elle réunit dans une âme humaine les deux grands rayons de lumière et de chaleur qui viennent de Dieu en nous : la vérité par la science, la bonté par l'amour...

Qu'on me pardonne cette échappée sur les terres attrayantes de la morale, un instant trop voisines de la région un peu aride des faits positifs qui nous occupent. Je reviens à ceux-ci.

Chaque fois qn'un nouveau microbe pathogène est signalé, le monde médical s'empresse, et les spécialistes s'appliquent à étudier le nouveau venu dans le plus grand détail. C'est qu'en effet, dans l'exploration d'une maladie, c'est faire un pas immense que d'arriver à saisir le micro-organisme qui la cause : c'est parfois mettre la main sur la clef du traitement. Malheureusement, dans le cas de la lèpre, il faut avouer, pour continuer l'image, que si Armauer Hansen a trouvé la clef, personne n'a

encore découvert le moyen de faire tourner cette clef dans la serrure, et le secret du remède est demeuré, comme auparavant, enfermé dans l'inconnu.

On a tenté, on tente encore tous les jours sur le *Bacillus leprae* les expériences que l'on fait sur tous les microbes pathogènes dès leur découverte : on s'est efforcé de le mettre *en culture*. Ce procédé consiste à isoler de tout autre micro-organisme le microbe intéressant, et à en provoquer le développement dans un milieu nutritif favorable : on arrive ainsi à obtenir ce microbe en masse assez considérable et à l'état de pureté suffisante pour l'étudier commodément, et notamment pour expérimenter sur les conditions qui favorisent ou qui entravent son développement et son action. Malheureusement les essais de culture du bacille de la lèpre n'ont jusqu'à présent donné presque aucun résultat satisfaisant : il ne consent à se développer dans aucun des milieux et des conditions dans lesquels prospèrent les autres microbes : ni les bouillons de peptone, ni la gélatine, ni le sérum sanguin, ni aucune autre des substances ordinairement employées comme terrain de culture ne conviennent à son ensemencement et à sa multiplication. Des essais de culture en terrain vivant ne furent pas plus fertiles : on inocula le bacille de la lèpre à des chiens, des cobayes, des porcs, des grenouilles, des poissons, animaux chez lesquels d'autres microbes pathogènes se développent et engendrent des accidents morbides : ce fut en vain ; des animaux sous la peau desquels on avait introduit des fragments de tissus lépreux ne contractèrent aucune maladie. On reconnut seulement, — et ce résultat négatif était déjà d'un grand intérêt, — on reconnut que le *Bacillus leprae* était doué d'une vitalité très résistante ; en rouvrant la plaie d'inoculation faite à des cobayes après des années, on découvrit encore le *nid* de bacilles introduit dans l'intérieur des organes, mais les bacilles y étaient inactifs et nullement propagés.

On le voit donc : quelque importante que fût la découverte de Hansen, ce n'était encore qu'un premier pas de fait ; les savants avaient beau s'empresser autour du microbe, le capricieux petit être ne répondait guère à leurs avances, et ne se dévoilait encore que fort discrètement. Au point de vue pratique surtout, c'est-à-dire au point de vue du remède à la maladie, on n'était guère plus avancé. En attendant mieux, on continua donc d'appliquer des traitements et des médications plus ou moins empiriques.

VII

Nous ne pourrions, sans impatienter le lecteur, dresser la liste des médicaments et des traitements appliqués à la lèpre, et toujours en vain : le mercure, l'ergotine, le quinquina, l'arsenic, la strychnine, le pétrole, divers produits huileux et balsamiques, tels que l'huile de Chaulmoogra, préconisée originairement par les Chinois et les Indiens, le baume de Gurjun expérimenté à la Guadeloupe, l'écorce de Hôang-nan apportée du Tonkin, etc.; la cautérisation répétée, l'ablation chirurgicale des tubercules,... que n'a-t-on pas essayé! Les vaccinations par des virus divers n'ont obtenu non plus que des insuccès, quoique les découvertes de Pasteur, de Koch et de leurs disciples semblent indiquer cette voie aux chercheurs. La fameuse lymphe de Koch, par exemple, a été inoculée à des lépreux dans divers hôpitaux, mais en vain.

On avait aussi remarqué une espèce d'antagonisme entre certaines maladies aiguës fébriles d'origine parasitaire (variole, tuberculose aiguë, pneumonie, érysipèle) et l'évolution des tubercules lépreux, comme si les microbes de ces maladies gênaient plus ou moins le développement et la multiplication des bacilles de la lèpre. De là l'idée de chercher s'il n'existe pas un microbe pathogène pouvant détruire le micro-organisme de la lèpre, ou tout au moins

enrayer son développement ; si, en un mot, suivant la pittoresque expression de Leloir, le *microbe gendarme* du bacille lépreux n'existe pas... Hélas! ce rêve n'est peut-être pas une utopie, mais ce n'est point encore une réalité, et il n'a jusqu'à présent conduit les expérimentateurs qu'à de tristes résultats : témoin cette histoire du Dr Campana, de Gênes, qui, en 1882, inocula deux lépreux tuberculeux de son hôpital avec des produits d'érysipèle, espérant ainsi obtenir la guérison : les lépreux ne guérirent pas, mais le résultat le plus clair de la tentative de Campana fut de donner l'érysipèle à presque tous les malades de la même salle, que l'on dut fermer (1).

Mais, de toutes les tentatives de traitement, je n'en connais pas de plus étranges que celles qui furent faites au Brésil, où l'on recourut à la morsure des serpents venimeux : plusieurs lépreux, poussés par je ne sais quelle inspiration fantastique, se soumirent à la redoutable expérience. L'un d'eux, qui s'était « adressé » au serpent à sonnettes, mourut vingt-quatre heures après la morsure; les autres échappèrent à l'empoisonnement, mais leur lèpre n'en fut nullement modifiée. Quand les malades désespérés recherchent une lueur d'espoir dans les moyens les plus extravagants, quand le médecin éclairé lui-même recourt en hésitant à d'innombrables remèdes, c'est l'augure le plus certain que le mal est incurable.

Toutefois, certains spécialistes n'admettent pas sans appel cette condamnation terrible. Le fait est que l'on cite des cas assez nombreux où le mal semble s'être totalement arrêté, et cela tantôt de lui-même, tantôt après l'application des remèdes que nous avons signalés, et surtout après des traitements chirurgicaux. Mais ces arrêts ne sont-ils pas trompeurs, et les peut-on souvent considérer comme des pardons complets de la maladie ? Nous avons dit plus haut que la lèpre, surtout sous sa

(1) Leloir, *Traité de la lèpre*, p. 316.

forme anesthésique, subit fréquemment des interruptions extrêmement longues entre ses manifestations : des années s'écoulent parfois pendant lesquelles les malades ne présentent d'autres symptômes lépreux que la défiguration ou la déformation des extrémités laissées par des accès très anciens ; et si la mort survient dans l'intervalle par quelque accident étranger à la lèpre, on est tenté de croire à une guérison radicale.

Brassac cite le cas d'une femme lépreuse, qui avait perdu toutes les phalanges des mains et des pieds, et même les métacarpiens d'une main et les métatarsiens d'un pied, et qui après ces tristes mutilations vécut encore trente ans sans nouveau réveil de la maladie (1) ; mais qui peut affirmer que cette femme était réellement guérie de l'infection lépreuse ? J'ai vu à l'hôpital Saint-Louis, à Paris (2), un lépreux qui avait dû prendre la maladie dans un séjour qu'il fit à la Martinique en 1855 : depuis lors, en effet, son histoire démontrait qu'il n'avait été exposé à aucune contamination ; or les premiers symptômes lépreux ne s'étaient manifestés qu'en 1887, c'est-à-dire que cet homme avait porté le germe du mal pendant 32 ans, pendant lesquels tout médecin l'aurait cru indemne de lèpre. Devant des cas de ce genre, il est permis de se demander si l'on peut bien distinguer une véritable disparition de l'infection lépreuse d'un arrêt de la maladie.

Une observation, que je relève dans les travaux du Dr Zambaco-Pacha, me donne encore un motif plus pressant de défiance à l'égard de ces prétendues guérisons: ce savant, qui, pourtant, croit à la curabilité de la lèpre, décrit un cas d'arrêt total de la lèpre tuberculeuse, dans

(1) Brassac, *L'Éléphantiasis*. Dict. encycl. des sc. médic., tome XXXIII, p. 438.

(2) Je suis heureux de remercier ici M. le Dr Jeanselme, de l'hôpital Saint-Louis, de la savante et aimable obligeance avec laquelle il a bien voulu " me faire les honneurs de ses lépreux ".

lequel l'examen microscopique d'une parcelle de peau excisée sur le vivant a révélé la persistance d'une grande quantité de bacilles (1). Il est clair que ce malade, dont l'apparente guérison dure depuis plusieurs années, portait encore en lui le germe de la maladie au moment de l'examen.

VIII

On est tenté de croire *à priori* qu'une maladie aussi nettement microbienne que la lèpre doit être essentiellement contagieuse. La contagiosité de cette maladie a été, en effet, admise de toute antiquité ; mais, depuis quelques années, le doute s'est levé sur cette croyance, et s'il est aujourd'hui encore de nombreux et illustres médecins, tels que Hansen, Hébra, Schilling, Neisser, Leloir, qui croient la contagion indéniable, on en compte beaucoup d'une non moindre autorité, Danielsen, Zambaco-Pacha et d'autres, qui se refusent à l'admettre. Il en est qui n'osent pas se prononcer, comme Virchow et Boeck ; il en est enfin qui regardent la contagion comme imminente dans certains pays violemment infectés, et comme nulle ou très rare dans d'autres. A Paris, par exemple, les lépreux internés aux hôpitaux ne sont point séparés des autres malades, et jamais on n'y a vu de cas de contagion.

La question est assurément difficile à résoudre catégoriquement ; les faits seuls peuvent la décider, et l'interprétation de ceux que l'on possède fournit matière à discussion entre les deux écoles.

Puisque les faits seuls et non les théories avaient ici autorité, on a cherché de part et d'autre à en produire par l'expérimentation, mais on comprend combien délicat est le sujet.

(1) Zambaco-Pacha, *op. cit.*

Nous avons dit déjà que les inoculations de la lèpre aux animaux n'ont fourni aucun résultat, les bacilles lépreux n'engendrant point, semble-t-il, la maladie chez les animaux. Il est vrai que ces expériences n'ont pas encore pour elles toute la certitude que leur donnerait une méthode très soigneuse et longuement suivie, et qu'elles deviendront peut-être un jour décisives; mais, en attendant, elles ne prouvent rien, car la lèpre peut être une maladie essentiellement propre à l'espèce humaine : c'est ainsi que la syphilis, admise universellement comme contagieuse, n'a jamais pu non plus être inoculée aux animaux.

On a donc, quelque étonnante que la chose paraisse, tenté l'inoculation sur l'homme. La plus célèbre de ces expériences est celle du Dr Danielsen, de Bergen. Cet éminent léprologue est tellement convaincu que la lèpre n'est pas contagieuse, qu'il n'a pas hésité à s'inoculer à lui-même de la sanie lépreuse. Heureusement pour l'illustre savant et pour la science, l'unique résultat de l'inoculation fut une large cicatrice. Il semble donc que nous soyons ici en présence d'un fait positif en faveur de l'opinion anti-contagionniste ; mais l'autre école répond avec raison que l'inoculation du Dr Danielsen ne prouve absolument rien, si ce n'est le courage et la confiance de son auteur dans son avis personnel, parce que le fait, en réalité, n'a qu'une valeur négative et purement particulière : on sait, en effet, que les inoculations de virus ne réussissent pas toujours à communiquer une maladie même reconnue comme contagieuse ; et de plus, pour la lèpre, la période d'incubation peut être excessivement longue — on peut se rappeler, à cet égard, le cas de l'hôpital Saint-Louis que j'ai cité ; — de sorte que, peut-être, certains contagionnistes, s'ils étaient, — qu'on me permette une expression vulgaire, mais trop juste ici pour que je la sacrifie, — s'ils étaient dans la peau du

Dr Danielsen, seraient moins rassurés que lui sur les suites de son expérience.

Un essai qui attira aussi beaucoup l'attention, et auquel en appellent cette fois les contagionnistes, a été pratiqué à Honolulu, dans les îles Sandwich : un condamné à mort ayant obtenu, sur la demande du médecin et sur la sienne, la commutation de sa peine pour servir de sujet d'expérience, a reçu l'inoculation du virus lépreux, et, trois ans après, a contracté la lèpre. Les adversaires de la contagiosité concèdent que le fait en lui-même est parfaitement positif, mais ils en récusent la valeur sous ce prétexte que le sujet pouvait déjà posséder le mal par hérédité, les recherches sur sa généalogie n'ayant pas été suffisantes.

Le fait du Dr Danielsen, de quelque façon qu'on l'apprécie d'ailleurs, prouve, disons-nous, un vrai courage; l'histoire du condamné d'Honolulu ne suscitera peut-être pas de désapprobation bien vive. Le fait suivant est d'une autre nature, et le monde médical, disons-le à son honneur, l'a jugé avec une grande sévérité : un médecin de Mitylène s'est permis, — avec le consentement des parents, il est vrai, — d'inoculer de la sanie lépreuse à deux enfants issus de lépreux : par bonheur les résultats furent négatifs, la maladie ne se déclara pas. Sans insister sur le côté moral de l'expérience, nous ferons remarquer seulement que l'expérience ne livre aucun argument à l'école anti-contagionniste, pas plus que l'expérience de Danielsen; — et, au surplus, la lèpre se fût-elle déclarée après l'inoculation, les contagionnistes n'en auraient pas été plus avancés, puisqu'on leur aurait opposé avec raison l'influence possible de l'hérédité. Aussi faut-il être doublement malheureux pour imaginer et surtout pour exécuter une expérience aussi mal raisonnée et aussi scabreuse.

Il nous semble qu'on pourrait aussi s'étonner et regretter à bon droit de voir certains léprologues des plus considérés essayer des expériences analogues sur des sujets

adultes, même avec leur consentement. C'est ainsi qu'en Norvège (nous ne voulons pas préciser davantage), on a inoculé de la sanie d'un lépreux tuberculeux à un lépreux anesthésique : la lèpre tuberculeuse se déclara quelque temps après l'inoculation. Si encore la triste réussite de cette expérience terminait le débat ! Mais il n'en est rien, car nous avons vu que les deux formes de la lèpre se greffent souvent l'une sur l'autre. Dans le même pays, un illustre médecin, — peut-être le plus célèbre spécialiste de la lèpre, — a cru pouvoir inoculer, après en avoir fait l'essai sur lui-même, il est vrai, et avec le consentement des sujets, vingt personnes saines avec des produits lépreux. Les mêmes expériences furent reproduites par un médecin italien, et toujours les résultats furent négatifs. Mais, encore une fois, à ne prendre que le côté scientifique, on ne peut conclure, suivant les règles d'une saine logique, de faits négatifs, et par conséquent particuliers, à une loi générale.

A côté de ces faits, et d'autres analogues, qui ne paraissent pas plus décisifs, les partisans de la contagiosité de la lèpre en rangent d'autres qui semblent plus probants, et desquels il paraît résulter que la lèpre est contagieuse, au moins dans certains cas, et notamment dans les pays où elle sévit avec violence. Telle est l'histoire admirable de ce lépreux que le monde chrétien vénère aujourd'hui comme un martyr de la charité et de l'apostolat, le P. Damien : cet héroïque missionnaire belge, après avoir vécu douze ans au contact d'un peuple lépreux, est devenu lépreux à son tour, et cinq ans après mourait de cette épouvantable maladie, que, selon sa parole naïve et sublime, « le bon Dieu avait bien voulu lui communiquer... » (1). Devant les faits de cet ordre, l'adversaire le plus déclaré de la doctrine contagionniste, le Dr Zambaco-Pacha lui-même, se déclare « fort embar-

(1) Lettre du P. Damien à son frère.

rassé de répondre » au puissant argument qu'en tirent ses contradicteurs (1).

Enfin, il faut prendre encore en considération le fait historique immense et éclatant de la propagation de la lèpre dans le monde, tel que nous l'avons rapporté sommairement au début de ce travail : il est clair, en effet, que la lèpre s'est étendue sur la terre à la façon d'une tache d'huile, c'est-à-dire de proche en proche, et l'on se défend difficilement d'attacher à ce mode d'envahissement l'idée de contagion. Cependant, pour être impartial, il faut ici tenir compte aussi du rôle qu'a pu jouer l'hérédité dans cette extension.

En effet, si la contagiosité de la lèpre est discutée, il n'y a presque aucun médecin qui ne regarde l'hérédité comme un de ses principaux moyens de propagation. On pourrait citer à ce sujet des milliers de faits probants; mais l'un des plus curieux est assurément celui que rapporte le Dr Zambaco-Pacha à propos des lépreux de Constantinople : suivant cet éminent léprologue, les seuls cas de lèpre autochtone qu'on rencontre à Constantinople sont ceux de Juifs d'origine espagnole, qui, par leurs mariages entre eux, s'isolent volontairement et complètement du reste de la population ; leurs ancêtres avaient fui l'Espagne lors de l'Inquisition ; et en remontant plus haut encore dans l'histoire, on voit que les Juifs d'Espagne sont les descendants d'une colonie fondée par des Juifs émigrés de Palestine après la ruine de Jérusalem, l'an 70 de notre ère. Or, on sait que la lèpre avait infesté la race des Hébreux sans intermittence depuis la lointaine époque de leur séjour en Égypte. Je ne cite le fait, je l'avoue, qu'avec un léger doute, car enfin, il est impossible de remonter des courants généalogiques, le doigt sur la ligne, pendant tant de siècles, et l'on ne peut

(1) Zambaco-Pacha, *loc. cit.*

argumenter que de probabilités... Mais si le fait est admis, il est à remarquer qu'il ne prouve pas moins en faveur de l'hérédité que contre la contagion, du moins en ce qui concerne Constantinople.

Quoi qu'il en soit des théories sur la contagiosité et l'hérédité de la lèpre, c'est dans les pays où la séquestration des lépreux a été pratiquée avec rigueur que le fléau a diminué ou même cessé, et c'est la promiscuité des lépreux avec le peuple sain qui a contaminé les pays d'abord indemnes où cette séquestration n'a pas été imposée dès l'apparition du mal. Nous pourrions rapporter à ce sujet des faits sans nombre, non seulement dans le passé, mais encore à notre époque. Pour ne point abuser de cette facile abondance, nous nous bornerons à deux exemples.

Ainsi que nous l'avons déjà dit, la France, la Belgique, l'Allemagne, l'Angleterre sont aujourd'hui presque purifiées du mal : c'est aussi dans ces pays que les lois du moyen âge se sont exercées le plus sévèrement pour séparer les lépreux de la société ; tandis qu'en Norvège, où, jusqu'à notre siècle, la séquestration était presque nulle, le mal s'est maintenu avec intensité, et ne tend à s'affaiblir que depuis que des hôpitaux bien organisés ont permis de recueillir les lépreux (1).

Autre fait, plus particulier mais non moins significatif. « Dans la Guyane anglaise, la lèpre semble avoir été importée par les esclaves nègres. Il se produisit chez ces esclaves nègres une épidémie de lèpre ; mais, comme tous ces malades furent rigoureusement isolés aux confins des plantations, tous ces cas de lèpre demeurèrent d'abord limités aux Noirs. En 1831, on en compta 431, et on les envoya tous dans une léproserie sur les bords de la rivière

(1) Aujourd'hui, la lèpre diminue sensiblement en Norvège : suivant Hansen, le nombre des lépreux, qui y était en 1857 de 2871, y était descendu en 1882 à 1579. — Depuis 1885, le gouvernement norvégien a imposé l'isolement des lépreux.

Pomeroon. Là se trouvaient déjà établies plusieurs tribus indiennes, entre autres les Caraïbes, les Arrowacks, les Warrows. Mécontentes de ce nouveau voisinage, toutes les tribus indiennes, sauf les Warrows, quittèrent la région. Les Warrows qui demeurèrent eurent avec les lépreux des rapports intimes et constants. Ils furent infectés par la lèpre. Les autres demeurèrent intacts (1). »

IX

Il semble que la séquestration du lépreux soit jusqu'ici le seul moyen efficace de défense que l'homme possède contre le redoutable fléau. Dans les pays civilisés où la religion a apporté sa charité et la science son zèle éclairé, les mesures de séquestration n'ont plus rien d'odieux, et l'on voit les lépreux se presser d'eux-mêmes aux portes des hôpitaux, où ils savent qu'un foyer leur est ouvert pour remplacer autant que possible leur foyer de famille. Mais il n'en a pas toujours été de même, et surtout il en n'est pas de même encore aujourd'hui dans certaines contrées déshéritées de la civilisation.

On sait combien était douloureux le sort du lépreux au moyen âge. L'infortuné était frappé d'une sorte de mort civile : non seulement il perdait tous les droits politiques du citoyen, mais il était rayé de la liste des vivants ; ses héritiers se partageaient ses biens, sa famille n'était plus pour lui, et il n'était plus question de lui dans la société.

Lorsqu'un malheureux était déclaré lépreux, quel que fût son rang social, l'official diocésain prononçait le décret de séparation, et le jugement était publié au prône de l'église paroissiale. Le dimanche suivant, le curé, en surplis et en étole, et précédé de la croix, allait à la porte

(1) Dr Suzar, Progrès médical, 1886. Cité par Leloir, *op. cit.*, p. 266.

de l'église, où devait se trouver le lépreux revêtu d'une robe noire; il l'aspergeait d'eau bénite, et après lui avoir assigné une place séparée dans l'église, il célébrait la messe du Saint-Esprit avec l'oraison *pro infirmis*. Après la messe, le lépreux était conduit processionnellement dans la cabane préparée pour lui dans la maladrerie voisine; sur le toit de cette cabane on jetait un peu de terre du cimetière en prononçant ces solennelles et touchantes paroles : " *Sis mortuus mundo, vivas iterum Deo.* „ Le prêtre récitait alors les litanies et donnait successivement au malade une cliquette, des gants, une panetière, puis il lui faisait les défenses suivantes, que nous avons déjà citées en partie :

De ne plus entrer ès églises, moulins, fours, ou marchez, ny de se trouver ès assemblée du peuple;

De ne jamais laver ses mains, ny chose aucune qui soit à son usage, ès fontaines, rivières ou ruisseaux qui servent au public;

De n'aller deschaussé hors de la maison, ny sans habit lépreux (robe noire et voile sur la bouche), et ses cliquettes, afin d'estre recogneu d'un chacun;

De ne toucher quelque part qu'il se trouve aucune chose qu'il voudra achepter, sinon avec une verge ou baston;

De ne respondre sur les chemins à ceux qui l'interrogeraient s'il n'est hors et au-dessous du vent, de peur qu'il n'infecte les passants;

De ne point passer par les chemins estroicts pour obvier aux rencontres contagieuses;

De ne toucher aucunement les petits enfants, ni leur donner aucune chose, ni à quelqu'autre personne que ce soit.

Le prêtre le consolait ensuite et l'exhortait en lui disant : « Vous ne vous fascherez pas estre sequestré des aultres, d'autant que vous aurez vostre part à toutes les prières de vostre mère Sainte Église, comme si per-

sonnellement estiez tous les jours assistant au service divin avec les aultres... Seulement prenez garde et ayez patience, Dieu demeure avec vous (1). »

On retrouve toutefois, jusque dans ces cruelles condamnations, la parole consolatrice de la foi et de l'espérance. Et de plus, lorsque le lépreux pouvait trouver place dans une léproserie organisée, il y était reçu avec tout le dévouement chrétien des religieux et des religieuses qui se consacraient à son service.

J'ai trouvé dans les règlements et comptes d'une léproserie du moyen âge (2) des marques touchantes de la délicatesse avec laquelle les malades y étaient traités, et qui m'ont fait penser à cette délicatesse de charité et d'abnégation que nos Petites-Sœurs des Pauvres devaient prodiguer quelques siècles plus tard aux vieillards de leurs hospices.

La science, de son côté, n'était pas impitoyable, et l'âme religieuse du grand Ambroise Paré s'émouvait pour les lépreux dont il ordonnait la séquestration : « Je conseille, disait-il, que lorsqu'on voudra séparer les lépreux, on le fera le plus doucement et amiablement qu'il sera possible, ayant en mémoire qu'ils sont semblables à nous, et, où il plairait à Dieu, nous serions touchés de semblable maladie, voire encore plus griesve. »

Mais combien plus affreux est, aujourd'hui même, le sort du lépreux, là où ni la science, ni la religion chrétienne n'ont apporté leur influence protectrice !

En Chine, le sort des lépreux internés aux quatre grandes léproseries de Canton est si triste que beaucoup de malades demandent à être brûlés ou enterrés vifs plutôt que d'y être enfermés. D'ailleurs les nombreuses léproseries de Chine sont loin de suffire, et on y supplée de terrible façon : sur le cours du Min, par exemple, on entasse les

(1) Salites, *Thèse de la Faculté de Paris*, 1877.
(2) La Léproserie des Grands-Malades, près de Namur.

lépreux sur des bateaux avec des vivres, mais il leur est strictement défendu d'aborder nulle part; les bateaux lépreux vont alors se perdre en mer avec leur équipage de condamnés (1).

En Sibérie, dans le gouvernement de Jakoutsk, dès qu'un homme est soupçonné d'avoir la lèpre, il est rejeté de chez les siens, et chassé comme un animal dangereux vers quelque solitude de forêt ou dans les marais. Dans ces régions maudites, où le froid de l'hiver atteint souvent 45° sous zéro, et où les chaleurs de l'été infectent l'air de miasmes et de moustiques, le malade exilé périt misérablement. Le seul abri qu'il puisse trouver est celui d'une hutte infecte où a déjà séjourné un autre paria, enterré près du seuil; il plante une croix devant son réduit pour avertir tout passant de l'éviter. Alors commence pour lui une existence si affreuse et si misérable, qu'un de ses semblables seul peut en apprécier toute l'horreur. Le froid, la famine, les ours et les loups sont les ennemis de ces misérables ; or, on sait ce que la lèpre fait de ses victimes, et l'on ose à peine se demander ce que deviennent dans ces milieux ces hommes paralysés, privés de leurs mains, couverts d'ulcères... Parfois ils se réunissent en colonies. Qu'on me permette de citer ici un tableau qu'une héroïque missionnaire, Miss Marsden, dont nous avons cité le nom au commencement de cette étude, nous trace de ces douloureuses assemblées :

« Çà et là, du cœur de ces terribles solitudes, les malheureux lépreux, à peine couverts de quelques hardes sordides, rebut des villages environnants, se réunissaient, pour avoir moins froid, dans de misérables huttes étroites, basses, sales, sans air, envahies par la vermine, noircies par la fumée. Dans ces huttes repoussantes, faites de troncs d'arbres et de bouse de vache, pas un meuble, pas un lit, pas un morceau de linge: rien que la terre nue et

(1) Brassac, *op. cit.*

quelques planches... Douze hommes, femmes et enfants, à peine vêtus, étaient entassés dans deux petites huttes couvertes de vermine. La puanteur était insoutenable. Un homme se mourait; deux autres avaient perdu la moitié de leurs pieds ; ils se traînaient sur des planches attachées à leurs jambes ; un quatrième n'avait plus de doigts, et, à la vue du pauvre moignon qu'il levait pour faire le signe de la croix, des larmes venaient aux yeux des plus durs. Chez plusieurs, le poil des fourrures s'était collé aux plaies et causait une irritation très douloureuse... Parfois la petite vérole ou le typhus viennent ajouter leurs horreurs à toutes les autres. Mais, en cas de mort, le cadavre attend souvent trois jours avant d'être enterré à quelques mètres du refuge. Une fois par an, un prêtre vient dire des prières sur les sépultures nouvelles. » Pour ces misérables, mieux vaudrait encore la solitude, car, dans ces effroyables assemblées où la maladie pourrit les corps, le vice ajoute ses pourritures : sans espoir sur la terre, les parias abandonnent jusqu'aux espoirs célestes, et la corruption morale met le dernier sceau de la malédiction sur ces êtres qui n'avaient plus pour tout bien que leur âme immortelle.

X

Nous voici au terme de notre étude. Le sujet en était pénible et attristant, car il n'est rien qui assombrisse plus le cœur de l'homme que de contempler la souffrance de ses semblables. Aussi sommes-nous impatient de clore par des perspectives plus heureuses la série des douloureux tableaux que nous avons esquissés. A côté de la souffrance avec ses plaintes déchirantes, nous voudrions montrer la charité avec ses toutes-puissantes consolations et ses inépuisables dévouements. Mais ce serait là une matière trop vaste : si l'on a pu écrire beaucoup sur le mal des lépreux, il faudrait un travail bien plus long

encore pour décrire les œuvres que la pitié a réalisées pour soulager cette infortune.

C'était la pitié et la charité chrétiennes, plus que la peur du mal, qui avaient élevé les innombrables léproseries des temps passés.

C'étaient elles qui avaient donné naissance, au XIe siècle, à l'ordre des Chevaliers de Saint-Lazare, consacré au soin des lépreux, la plus belle peut-être de ces institutions héroïques où la vaillance du guerrier, la pureté du religieux, daignaient descendre aux plus humbles offices de la charité.

Et quel tableau que celui du dévouement des saints dans ces siècles de foi et d'amour, alors que des rois comme saint Louis servaient de leurs mains des lépreux à leur table ; que des reines comme sainte Élisabeth, des filles du trône comme sainte Hedwige, s'agenouillaient pour panser les ulcères des lépreux dans les hôpitaux, et baisaient leurs membres souffrants ! Siècles de foi et d'amour, où l'on croyait voir dans le malheureux quelque chose de divin, le *res sacra miser* élevé au surnaturel des croyances chrétiennes.

Mais ne disons pas que ces temps ne sont plus : la pitié ne meurt pas plus que le malheur, et la charité chrétienne a un fondement éternel.

Nous avons rappelé à notre première page le dévouement du Père Damien, et nous avons dit que ce dévouement, on pouvait le retrouver dans un grand nombre de missions catholiques. Nous avons signalé les voyages héroïques de Miss Marssen. Nous avons mentionné l'entreprise à la fois religieuse et scientifique du Père Sauton. Qu'on nous permette, en finissant cette étude, de donner en peu de mots l'histoire de cette dernière œuvre.

Joseph Sauton couronna de brillantes études médicales, faites à Nancy et à Paris, en sortant premier d'un concours qui lui conférait le titre d'interne aux hôpitaux. Après avoir pratiqué plusieurs années, il se fit moine bénédictin,

et devint prêtre. Il avait passé dix ans dans l'obscure vie du cloître, quand, sentant sa rude vocation suffisamment affermie par l'étude, la prière et le sacrifice, il quitta sa retraite pour entrer dans la voie des missions. Les approbations de ses supérieurs religieux, sanctionnées par les approbations et les dispenses de la Propagande et les bénédictions spéciales du Souverain Pontife, consacraient ses desseins. Il partait comme prêtre et comme médecin pour les pays lépreux.

Son projet était d'aller étudier la lèpre sous divers climats, et d'instituer au cours de ses voyages une méthode rationnelle de recherches, dirigées par l'observation et l'expérimentation, pour découvrir l'introuvable remède à la maladie. Lorsque cette première partie de sa mission sera terminée, il ira s'établir à Molokaï, aux Sandwich, dans l' « Ile des Lépreux » déjà illustrée par le P. Damien, et là il appliquera en grand les tentatives de traitement que ses études en d'autres pays lui auront inspirées.

On voit que le Dr Sauton n'erre pas au hasard, mais qu'il suit une marche raisonnée vers un but déterminé : « Je ne prétends pas, nous écrivait-il un jour, avoir fait une découverte ; j'applique seulement les conséquences des découvertes faites en antisepsie et en microbiologie ; mes tentatives de traitement ne s'inspirent pas de remèdes secrets, de tentatives plus ou moins mystérieuses : c'est, en un mot, une méthode rationnelle de traitement. » Nous ne pouvons donner ici le détail technique de ces recherches ; nous y signalerons seulement l'emploi des dernières méthodes proposées par Pasteur et par d'autres pour le traitement de maladies microbiennes. On sait que toutes ces méthodes sont basées sur ce principe : considérer le malade comme un terrain envahi par la végétation d'un microbe nuisible, et chercher, soit par des injections d'antiseptiques ou même de ptomaïnes, soit par une médication, soit par des moyens extérieurs, à rendre ce terrain inhabitable au parasite sans nuire au malade lui-même.

Le Dr Sauton ne part pas seul : son frère, Charles Sauton, prêtre comme lui, l'accompagne. Celui-ci n'est pas médecin, mais, doué d'un talent naturel remarquable, il s'est livré à des études personnelles qui l'ont transformé en ingénieur et en artiste ; il ne lui manque que des diplômes. C'est un aide précieux pour le côté scientifique de l'expédition, mais plus précieux encore parce que l'abbé Sauton apporte à l'œuvre commune, avec son art et son habileté, tout le zèle et le dévouement de son âme de prêtre.

Car, encore une fois, la mission Sauton n'est pas purement médicale. Nous ignorons si la Providence accordera aux courageux missionnaires la glorieuse récompense de découvrir le remède à la lèpre, mais ils atteindront du moins cet autre but non moins ardemment désiré, de soulager l'infortune morale du lépreux : ils réchaufferont les cœurs désolés par les épanchements de la charité, ils réconforteront par des forces divines les courages abattus, ils relèveront les âmes désespérées vers les espérances éternelles, ils sauveront enfin pour le ciel ceux qu'ils n'auront pu guérir sur la terre.

Encouragée et bénie par l'Église, la mission Sauton a reçu l'appui des gouvernements et du monde savant. Les maîtres de la science et de la médecine en France ont muni le Dr Sauton des lettres les plus pressantes, qui le devaient accréditer dans les divers pays auprès des instituts scientifiques, des médecins, des savants. Citons-en un exemple, d'une valeur toute particulière :

« Je suis pénétré d'admiration pour le dévouement du Dr Sauton, et après avoir eu avec lui une conversation qui m'a prouvé combien ce jeune docteur est instruit et désireux de se vouer à une mission presque sainte, je prends la liberté d'exprimer à qui de droit mon vif désir que toutes les facilités puissent être accordées à ce courageux missionnaire. »

Signé : « L. Pasteur. »

Le gouvernement français a accordé au Dr Sauton l'appui moral d'une mission scientifique. Le gouvernement norvégien, sous la protection duquel le missionnaire a commencé son expédition, lui communiquait il y a quelques mois un décret royal qui lui conférait gracieusement les mêmes droits et devoirs qu'aux médecins norvégiens, et, en même temps, rendait officielle sa position durant son séjour en Norvège, en lui offrant un pavillon spécial pour ses études dans une léproserie à son choix.

Le Dr Sauton accomplit en ce moment la première partie de sa mission : dans un premier voyage en Norvège, il a visité les principales léproseries du royaume et fixé le choix de son établissement à la léproserie du Dr Kaurin, à Molde, la plus petite mais la mieux tenue de toutes. Il a en outre exploré, non sans de rudes fatigues et sans péril, les régions de l'extrême nord : les côtes de Tromsö, les Loffoten, le Finmark (Laponie norvégienne), régions dont l'état actuel au point de vue de l'infection lépreuse était mal connu. Cette dernière expédition vient de se terminer, et le voyageur en rapporte des documents précieux ; il en rapporte notamment de douloureux détails sur la situation misérable à laquelle sont réduits là-bas les malheureux malades non hospitalisés et privés de tout secours.

Après le séjour en Norvège, le Dr Sauton et son frère continueront leur voyage à travers le monde : ils visiteront successivement la Finlande, la Turquie, la Grèce, l'Égypte... Il sera temps ensuite pour eux d'entreprendre la dernière étape de ce long pèlerinage auquel ils ont consacré leur vie : ils iront porter, au centre du plus terrible des foyers lépreux qui désolent aujourd'hui le monde, à Molokaï, le fruit de leurs labeurs et le reste de leurs forces.

Ils iront donc, ces deux hommes à qui la Providence avait départi les riches dons de l'esprit, et le don plus riche d'un grand cœur, à qui le monde s'ouvrait en per-

spectives brillantes d'honneurs et de fortune, offrant à l'un la gloire de la science, à l'autre celle de l'art, ils iront à quatre mille lieues de leur patrie, enfermer leur science, leurs talents, leurs ambitions, leur vie dans une île presque sauvage en plein océan, pour y devenir les serviteurs d'un peuple de lépreux. Le monde pourra s'en étonner pendant quelques jours, puis il les oubliera. Pour eux, ils oublieront le monde, et ne s'étonneront pas de leur propre grandeur : ils savent que ces sacrifices sont chose commune parmi les chrétiens. Et si quelque pensée d'orgueil les tentait peut-être un jour, ils iraient ce soir-là faire leur prière, plus humble et plus fervente que de coutume, en appuyant leur front sur le tombeau du pauvre prêtre lépreux dont l'exemple les a entraînés.

MAURICE LEFEBVRE,
Docteur en sciences.

NOTE.— Les œuvres banales n'ont jamais eu la vertu d'éveiller la jalousie ; il en est tout autrement des grandes et nobles entreprises, et l'on peut qualifier ainsi celle de Dom Sauton, si l'on en juge par les épreuves que lui ont créées récemment cette jalousie et la calomnie. Il suffira d'opposer aux dires malveillants dont il a été l'objet les deux témoignages suivants : son supérieur, le Révérendissime abbé de Ligugé, faisait insérer dans les journaux français une protestation ainsi conçue, en date du 21 novembre 1893 : ..." Moi, son chef, qui le connais depuis plus de quinze années, j'ai le devoir et le droit d'affirmer ce qui suit : son caractère, sa conduite, la façon dont il accomplit sa mission le mettent au-dessus de toute attaque. „ — On avait même prétendu que Dom Sauton était désavoué par l'Institut Pasteur. En face de cette nouvelle accusation, l'illustre Pasteur lui a remis cet autre document : " Paris, 19 janvier 1894. — La conduite, les travaux et le dévouement du Dr Sauton, bénédictin de Ligugé, le mettent au-dessus de toute attaque. Aujourd'hui plus que jamais, je conserve à ma lettre du 3 mai 1893 toute sa valeur. „ — Signé : " L. Pasteur. „

JOHN TYNDALL

Les conquêtes de la science se sont, de nos jours, singulièrement étendues. Grâce au perfectionnement des méthodes d'observation, à la multiplicité et à la précision des expériences, la connaissance des lois qui régissent l'univers s'élargit sans cesse ; le domaine de l'homme sur les forces naturelles s'affirme de plus en plus ; de nouvelles voies à des applications d'une portée considérable s'ouvrent chaque jour, au grand avantage des arts, de l'industrie, du progrès et du bien-être matériel.

En même temps, le niveau des doctrines scientifiques ne cesse de monter. Sur plus d'un point la science occupe aujourd'hui des positions élevées d'où le spectacle de la nature se transforme et d'où la vue s'étend bien au delà des faits sensibles, sur de vastes régions du domaine des phénomènes intellectuels et des causes substantielles de tous les phénomènes.

Les applications de la science et les splendides progrès qu'elles ont réalisés ne sont donc pas la seule raison de la faveur que méritent les études scientifiques et leur diffusion. Les nobles jouissances qu'elles procurent à l'esprit, les lumières qu'elles répandent sur les parties les plus

élevées de la philosophie, l'influence qu'elles peuvent exercer sur l'intelligence et sur la volonté, en est une autre, plus puissante encore que la première.

Il est incontestable que les laboratoires où les savants interrogent la nature, recueillent ses révélations et disciplinent ses énergies, sont des institutions d'une valeur sociale considérable ; il est incontestable aussi que les savants qui en sortent pour promener à travers le monde le flambeau de la vérité, et répandre partout, par la parole et par la plume, les conquêtes de leurs labeurs, méritent l'estime et la reconnaissance de tous. Leur mission est noble, elle est sacrée ; mais elle est ardue et pleine de dangers. Les passions qui grondent au fond du cœur humain cherchent sans cesse à mêler l'erreur à la vérité ; s'ils cèdent à cet entraînement, s'ils l'accélèrent en y ajoutant le poids de leur autorité, ils assument évidemment une responsabilité redoutable.

Parmi les savants contemporains qui se sont dévoués à populariser la science par l'enseignement oral et par le livre, il en est peu qui aient atteint à la réputation scientifique, à l'habileté expérimentale, au talent oratoire et aux qualités littéraires de John Tyndall, membre de la Société Royale de Londres, professeur à la *Royal Institution*, orateur très applaudi des congrès scientifiques, auteur d'admirables ouvrages de vulgarisation sur toutes les parties de la physique. Aussi la nouvelle de sa mort, rendue plus retentissante encore par les circonstances qui l'ont accompagnée, a-t-elle provoqué une émotion très vive, non seulement en Angleterre, mais à l'étranger, dans le monde scientifique et dans le grand public qui appréciait hautement, et à juste titre, les qualités éminentes qui caractérisent toutes ses publications scientifiques, et dont les hommes supérieurs seuls ont le secret.

L'œuvre scientifique de Tyndall est trop considérable pour que l'on puisse songer à en faire entrer l'analyse détaillée dans le cadre d'un article. Nous nous proposons

seulement de grouper les dates principales de sa vie, en y rattachant ses travaux les plus importants, et d'essayer de formuler une appréciation sincère et loyale sur le rôle qu'il a joué dans la diffusion des vérités scientifiques et des doctrines philosophiques.

John Tyndall naquit en 1820, à Leighlin Bridge, près de Carlow, en Irlande. « Né dans un milieu auquel la Bible était particulièrement chère, dit-il en parlant de lui-même, c'est par elle que j'ai reçu presque exclusivement ma première éducation. Enfant de l'Irlande, j'ai appris, comme l'avaient fait plusieurs générations de mes ancêtres, à résister à l'Église romaine. J'ai eu un père dont la mémoire doit être pour moi un appui et un exemple de rectitude et de pureté inflexibles. Le petit troupeau auquel il appartenait était dispersé, avec des fortunes diverses, le long du bord oriental du Leinster, à partir de Wexford, où il était venu en traversant le canal de Bristol. Mon père était le plus pauvre de tous. Dans une position sociale inférieure, mais d'un esprit et d'un caractère élevés et indépendants, par des efforts persévérants et des dispositions particulières, il arriva à une connaissance de l'histoire bien supérieure à celle que je possède moi-même, et en même temps apprit de la manière la plus exacte tous les détails de la lutte entre le protestantisme et le catholicisme... Cependant cet homme, si bien armé pour la controverse, était tellement respecté de ses concitoyens catholiques, que tous fermèrent leurs boutiques le jour de sa mort.

» Avec un tel maître, et prenant un intérêt pour ainsi dire héréditaire à la querelle religieuse, j'y entrai naturellement avec ardeur. Je ne me contentai pas d'examiner la question au point de vue protestant ; je me mis aussi au courant des arguments de l'Église romaine;... à peine sorti de l'adolescence, je prenais déjà part aux discussions entre les églises rivales. »

Cette éducation belliqueuse marqua sa trace dans la vie de Tyndall, et l'âge n'éteignit point cette tendance à la controverse. Heureusement pour la science, elle ne mit point obstacle à des études scientifiques solides.

Tyndall entra d'abord dans les services de l'*Ordnance Survey;* il fut ensuite attaché comme ingénieur à la construction d'une ligne de chemin de fer, à Manchester.

Mais ces travaux techniques répondaient mal à ses aspirations, et tous ses goûts le portaient vers la chimie et la physique. Il entra, en 1847, comme professeur de physique au collège de Queenwood, où il eut pour collègue le Dr Frankland, plus jeune que lui, et qui, depuis quelque temps déjà, y enseignait la chimie. C'est dans son laboratoire que se développa la vocation de Tyndall.

Son séjour à Queenwood fut de courte durée. En 1848, attirés par la réputation de Bunsen, Tyndall et Frankland allèrent s'asseoir sur les bancs de l'université de Marburg. Le futur professeur de l'Institution Royale ne suivit pas seulement les leçons de ce maître illustre, il fut admis à travailler sous ses yeux, dans son laboratoire ; et de ce rapprochement intime naquit une amitié sincère, dont Tyndall se montra toujours fier et reconnaissant. « Bunsen fut pour moi, dit-il, un frère autant qu'un maître. »

Les leçons de Bunsen ne furent point les seules qu'il reçut à Marburg. Il rappellera plus tard aux contradicteurs que lui suscitèrent ses opinions philosophiques, et qui lui reprochaient d'ignorer les mathématiques, qu'il débuta « dans sa modeste vie scientifique plutôt comme géomètre que comme expérimentateur ». Il soutint, en effet, à Marburg une thèse de mécanique ; en voici le titre, il sera sans aucun doute, dit Tyndall, tout plein d'onction pour mes aimables critiques : *Die Schraubenfläche mit geneigter Erzeugungslinie, und die Bedingungen des Gleichgewichts auf solchen Schrauben* (1).

(1) Les surfaces hélicoïdales à génératrice oblique, et les conditions de l'équilibre de ces hélices.

Il était à Marburg quand Knoblauch, célèbre par ses recherches sur la chaleur rayonnante, y fut nommé professeur. Tyndall s'en fit un ami et devint son collaborateur. - Les recherches de Plücker et de Faraday (sur le diamagnétisme et les propriétés électro-optiques des cristaux) occupaient alors tous les esprits, et, vers la fin de 1849, nous entreprîmes, M. Knoblauch et moi — c'est Tyndall qui parle — de soumettre tout entière à un examen rigoureux la question à l'ordre du jour. Nous avions besoin, pour arriver à nous en rendre maîtres, d'entreprendre de longues études, et de nous astreindre à suivre un plan bien arrêté. Adoptant une méthode proposée par Dove, nous examinâmes d'abord les propriétés optiques des cristaux que nous avions à étudier, et ces observations optiques marchaient de pair avec nos expériences magnétiques. Le nombre de ces expériences fut très grand ; mais, pendant longtemps, elles n'ajoutèrent aucun fait de quelque importance à ce qu'on avait déjà publié. A la fin cependant nous eûmes la bonne fortune de rencontrer plusieurs cristaux que leur manière de se comporter ne permettait pas de faire rentrer dans la loi de l'action magnéto-cristallique formulée par M. Plücker. Nous découvrîmes aussi des faits qui nous amenaient à supposer que la force magnéto-cristallique n'était pas indépendante, comme on le prétendait, du magnétisme ou du diamagnétisme de la masse du cristal. En réalité, plus nous approfondissions le sujet, plus il devenait évident pour nous que la manière dont les cristaux se comportent dans le champ magnétique était due, non à une force inconnue, mais à une modification, par l'agrégation cristalline, du magnétisme et du diamagnétisme.

» L'exemple le plus remarquable de l'action magnéto-cristallique introduit par Plücker et expérimenté par Faraday, était le spath d'Islande. C'est un des cristaux qu'en optique on nomme *négatifs;* et, suivant la loi de Plücker, l'axe d'un semblable cristal doit toujours être

repoussé par un aimant. Or nous démontrâmes qu'il suffisait de remplacer, dans la totalité ou dans une partie du cristal, le carbonate de chaux par du carbonate de fer, changeant ainsi le caractère magnétique du cristal sans changer son caractère optique, pour que l'axe fût attiré. Nous établîmes comme une loi générale de l'action magnéto-cristallique, que les cristaux magnétiques se comportent exactement à l'inverse des cristaux diamagnétiques qui leur sont isomorphes. Dans tous les cas, la ligne qui, dans un cristal diamagnétique, prend la position équatoriale, prend toujours la position axiale dans un cristal magnétique isomorphe avec le premier. Nous réussîmes, par la simple compression mécanique, à amener d'autres corps à se comporter comme le spath d'Islande. »

Ces résultats et beaucoup d'autres se rattachant à la même question furent publiés dans le *Philosophical Magazine* et dans les *Annales de Poggendorff*. Ils servirent à Tyndall d'introducteurs auprès de Faraday.

C'est en 1850, pendant un voyage de vacances à Londres, que l'étudiant de Marburg vit pour la première fois celui qui devait tenir une si grande place dans ses meilleurs souvenirs, Faraday. « J'étais venu à l'Institution Royale, dit-il, et je lui fis passer ma carte avec une copie du mémoire que M. Knoblauch et moi venions de terminer. Il descendit et causa avec moi pendant une demi-heure... Il était alors sur le point de publier un de ses mémoires sur l'action magnéto-cristallique, et il eut le temps de renvoyer, dans une note flatteuse, au travail que je lui avais présenté. » Ces relations, qui devaient bientôt décider de la carrière de Tyndall, ne tardèrent pas à devenir intimes ; elles nous ont valu l'excellente biographie *Faraday Discoverer*, témoignage d'estime et de reconnaissance pour son illustre prédécesseur et le plus dévoué de ses amis. Ce petit volume est un des plus intéressants et des plus popu-

laires que Tyndall ait écrits ; c'était, disait-il, celle de ses œuvres « à laquelle il tenait le plus ».

Il ne tarda pas à retourner en Allemagne, où il séjourna de nouveau une année presque entière. Cette fois, c'est à Berlin et dans le laboratoire de Magnus qu'il alla poursuivre ses recherches sur le diamagnétisme et les propriétés magnéto-électriques des cristaux.

De retour à Londres, en juin 1851, il se rendit à l'Association Britannique, à Ipswich, où il fit la rencontre « d'un homme qui depuis a imprimé son cachet sur tous les esprits de son temps, M. Huxley, qui fut longtemps et qui, par la loi puissante de l'affinité naturelle, sera toujours un frère pour moi ». De fait, bien des pages de Tyndall portent le cachet d'Huxley, et toute sa vie est remplie de son amitié. « Nous n'avions ni l'un ni l'autre, poursuit Tyndall, aucun but déterminé ; nous avions besoin d'un poste qui nous convînt et nous n'avions d'autre désir que de le bien remplir. Les chaires d'histoire naturelle et de physique venaient d'être déclarées vacantes à l'université de Toronto ; nous y aspirâmes, lui à l'une, moi à l'autre ; mais guidées peut-être par un instinct prophétique, les autorités de l'université refusèrent d'avoir affaire avec l'un ou l'autre de nous. Si j'ai bonne souvenance, nous fûmes également malheureux ailleurs. »

« En décembre 1851, après que j'eus quitté l'Allemagne, M. le Dr Bence Jones vint dans la capitale de la Prusse voir les célèbres expériences de M. Du Bois Reymond ; et sous l'influence, je le suppose, de ce qu'il entendit dire de moi, il m'invita plus tard à faire à l'Institution Royale de Londres une des conférences du vendredi soir. » C'était en 1852 ; Tyndall venait d'être nommé fellow de la Société Royale. Il accepta la proposition de Bence Jones, « mais non sans crainte, ni tremblement. L'Institution Royale était pour moi comme l'antre du dragon, où l'adresse et la force me seraient nécessaires pour me préserver d'une destruction complète ». Les recherches qu'il avait faites en

Allemagne firent le sujet de cette première conférence; elle eut lieu le 11 février 1853. L'honneur d'avoir réussi ne fut pas le seul avantage qu'il en retira.

« Bien que mon objet et mon but, dans cette leçon, fussent de combattre à la fois les idées de Faraday et celles de Plücker, en leur opposant ce que je regardais comme la vérité, elle n'eut nullement pour effet de m'attirer l'inimitié de Faraday ou de le froisser. A la fin de la séance, il quitta son fauteuil, traversa l'amphithéâtre, arriva jusqu'au coin dans lequel je m'étais blotti, me serra cordialement la main et me ramena vers la chaire;... la seule circonstance heureuse qui me fit croire que mon dissentiment lui avait été sensible, fut un redoublement de tendresse et d'affection. »

Trois mois plus tard, sur la proposition du docteur Bence Jones, et sur la recommandation de Faraday, la chaire de physique de l'Institution Royale, occupée au commencement du siècle par Thomas Young, lui fut offerte. « J'étais sollicité en même temps d'aller ailleurs, mais une attraction invincible me retint. Permettez-moi de dire que ce fut principalement l'amitié de Faraday et de plusieurs autres... qui me fit trouver cette position plus élevée que toutes celles qui pouvaient m'être offertes dans cette contrée. Et c'est moins pour l'honneur qui m'en revient, quoiqu'il soit certainement bien grand, que pour les liens personnels puissants qui m'y retiennent, que j'attache surtout un grand prix à cette place. Vous pourrez ne pas me croire si je vous dis combien peu j'estime l'honneur d'être le successeur de Faraday en comparaison de l'honneur d'avoir été l'ami de Faraday. Son amitié était une source d'énergie et d'inspiration; son manteau est un fardeau presque trop lourd à porter. » Tyndall le porta sans faiblir pendant trente-quatre ans.

Nous avons vu que Tyndall débuta, au laboratoire, par l'étude des propriétés magnéto-optiques des cristaux, et

des rapports du magnétisme et du diamagnétisme avec l'arrangement moléculaire. Ces premiers pas imprimèrent à sa pensée scientifique une direction qu'elle garda longtemps, et lui donnèrent une prédilection marquée pour les recherches de physique moléculaire. Il consacra beaucoup de temps, un grand nombre de ses plus belles leçons, et plusieurs de ses conférences devant la Société Royale à l'étude de la chaleur rayonnante. Les expériences nombreuses et très intéressantes qu'il imagina, et les résultats auxquels elles le conduisirent forment une partie considérable de son œuvre scientifique.

On a longtemps considéré les gaz incolores comme tellement diathermanes que la chaleur les traverserait, croyait-on, sous une épaisseur de plusieurs mètres, sans éprouver d'absorption sensible. Tyndall montra qu'il en est ainsi pour les gaz simples appelés alors permanents, mais que certains gaz simples facilement liquéfiables, tels que le chlore, et surtout les gaz composés, absorbent la plus grande partie des rayons qui les traversent : le gaz ammoniac, par exemple, est presque athermane à la pression ordinaire. De plus, Tyndall reconnut que ces gaz composés possèdent, quand ils sont chauds, la faculté de rayonner avec une intensité comparable à leur pouvoir d'absorption.

Dans sa pensée, les vibrations que reçoit l'éther interposé entre les molécules des gaz simples permanents se communiquent difficilement à ces molécules : elles continuent à osciller au sein de cet éther sans que l'amplitude de leurs vibrations soit augmentée par les radiations qui traversent la masse gazeuse. Mais dans les gaz composés, les molécules plus complexes offrent davantage prise aux mouvements de l'éther ambiant ; ces mouvements s'affaiblissent donc en se transmettant aux molécules pondérables, c'est-à-dire en élevant leur température. La molécule simple, dit Tyndall, est un cylindre uni tournant sur l'eau sans la troubler beaucoup ; la molécule composée est

une roue à aubes qui ne peut tourner sans l'agiter fortement.

L'ozone se comporte, vis-à-vis de la chaleur rayonnante, comme un *gaz composé;* Tyndall en conclut, le premier, croyons-nous, qu'il y a condensation des atomes dans la molécule d'ozone; on avait supposé jusque-là que c'était dans l'oxygène ordinaire que les atomes étaient groupés et qu'ils se séparaient quand l'ozone se formait.

Les exhalaisons des fleurs et des parfums donnent aussi à l'air sec auquel elles se mêlent un pouvoir absorbant considérable, bien inférieur toutefois à celui que manifestent les vapeurs.

Tyndall a découvert que la vapeur d'eau communique à l'air un pouvoir absorbant capable de jouer un rôle important dans la distribution de la chaleur à la surface du globe. Ce résultat ne fut point admis sans conteste, mais l'habile expérimentateur sut écarter toutes les critiques soulevées par Magnus contre ses expériences.

Melloni avait montré que les rayons calorifiques traversent une même lame solide diathermane en proportions variables avec les sources d'où ils émanent. D'une façon générale, le nombre des rayons transmis est d'autant plus petit que la température de la source est moins élevée. Tyndall vérifia cette loi sur les liquides et les vapeurs. Il constata de plus que la liste des liquides qu'il étudia, dressée par ordre d'absorption, est la même que celle des vapeurs qu'ils fournissent. Enfin, un grand nombre d'autres expériences sur l'absorption des vapeurs, faites avec diverses sources de chaleur, des flammes surtout, ont conduit Tyndall à constater que les rayons émis par ces sources sont surtout absorbés par les vapeurs qui contiennent les éléments chimiques de l'espèce de ceux qui rayonnent dans la flamme. Ces faits d'expérience lui ont suggéré des vues théoriques ingénieuses qu'il développe dans son beau livre *La Chaleur comme mode de mouvement.* Les molécules d'un milieu ne peuvent s'échauffer, c'est-à-

dire recevoir une augmentation d'amplitude dans leurs vibrations, qu'autant que les rayons qui le traversent vibrent avec la même rapidité qu'elles ; c'est ainsi qu'une corde tendue ne répond, par sympathie, qu'aux vibrations de l'air qu'elle-même pourrait engendrer si on venait à la pincer. Ces rayons sont affaiblis par le travail qu'ils exécutent, tandis que ceux dont les vibrations sont étrangères à celles des molécules du milieu passent en conservant toute leur intensité. La transparence calorifique indique donc la discordance entre les vibrations du milieu et celles de la source ; et l'opacité, leur accord.

Dès lors il est naturel de supposer que les rayons le plus fortement absorbés par un milieu seront ceux d'une source contenant les mêmes éléments que ce milieu et vibrant avec la même rapidité. C'est ce que Tyndall a prouvé, particulièrement sur les flammes d'hydrogène et d'oxyde de carbone.

D'autre part, une flamme d'alcool fait rougir une spirale de platine, qui émet alors des rayons plus réfrangibles que les siens, c'est-à-dire dont les vibrations sont plus rapides. On peut aussi demander à la chaleur obscure, à vibrations lentes, de rougir une lame de platine. Dans les vues de Tyndall, ce phénomène doit être comparé à la production possible, dans une corde ou un diapason, de vibrations sonores plus rapides que celles qui les excitent, pourvu qu'il y ait un rapport très simple entre les nombres de vibrations des deux corps en présence. Il désigne sous le nom de *calorescence* cette excitation de vibrations calorifiques plus rapides que celles de la source. La lumière produit des effets analogues, les phénomènes de *fluorescence :* mais là, les vibrations produites sont généralement plus lentes que celles qui les excitent.

Nous passons, pour abréger, les recherches du savant physicien sur la distribution de la chaleur dans le spectre ; ses études sur les radiations chimiques et les expériences très intéressantes, et bien connues, par lesquelles il

justifiait son ingénieuse explication de la couleur bleue du ciel. Elle serait due à la présence, dans l'atmosphère, de matières très ténues sur lesquelles les radiations lumineuses de longueurs d'onde relativement grandes sont seules capables de se réfléchir régulièrement.

Ces derniers travaux l'amenèrent naturellement à s'occuper des poussières et des germes de l'air à un tout autre point de vue. Admirateur sincère des travaux de Pasteur, il apporta à ses doctrines l'appui de son habileté expérimentale, et à leur diffusion tout son zèle et toute son éloquence. Ses expériences, nombreuses et fort bien conduites, auraient suffi à ruiner la doctrine de la génération spontanée si elle avait encore été debout. En même temps ses belles leçons sur le rôle des poussières atmosphériques dans la propagation des maladies, et sur l'action des germes de l'air sur les plaies, contribuaient beaucoup à populariser les vues si sages et les conséquences si importantes que Lister annonçait relativement à la chirurgie antiseptique.

Ces travaux de laboratoire et les leçons du vendredi soir, à l'Institution Royale, ne suffisaient pas à son inépuisable activité. La Société Royale lui confia, à plusieurs reprises, la *Bakerian Lecture ;* et l'Association Britannique pour l'avancement des sciences le vit très souvent prendre part à ses travaux et rehausser l'éclat de ses congrès par d'éloquents discours. Toutes les grandes villes d'Angleterre eurent ainsi tour à tour l'occasion de l'entendre et de l'admirer. En outre, dès 1854, il partageait avec Whewell, Faraday, sir James Paget et d'autres savants éminents, les conférences sur l'éducation scientifique, connues en Angleterre sous le titre de *lectures juvéniles.* On sait que, le 12 décembre 1825, le Conseil de l'Institution Royale, voulant étendre le rôle qu'elle devait jouer dans la vulgarisation de la science, résolut d'instituer ces

conférences familières. Elles devaient avoir lieu tous les ans, pendant les vacances de Noël et de Pâques. Les conférences de Pâques ne tardèrent pas à tomber, mais celles de Noël se sont maintenues. Elles comprennent six leçons données, pour les jeunes gens de douze à quinze ans, par les professeurs les plus distingués, et sur un sujet scientifique propre à intéresser un jeune auditoire. L'illustre Faraday ne dédaigna pas de contribuer pendant de longues années à cet enseignement populaire ; son délicieux petit livre intitulé *L'Histoire d'une chandelle* est le résumé de la dernière série des conférences de Noël qu'il ait faites. Le volume de Tyndall intitulé *Le Chaud et le froid* et ses *Leçons sur l'électricité* (1875-1876) ont la même origine.

L'amour de la nature, la passion du grand air, l'attrait des ascensions périlleuses pouvaient seuls arracher Tyndall à ses travaux. C'est dans les montagnes, sur les sommets glacés des Alpes, qu'il allait chercher le repos intellectuel et retremper ses forces. Son livre *Montaineering* est consacré à ses souvenirs de vacances. Mais il fit mieux que de gravir le premier le sommet du Weisshorn : il transforma bientôt ses excursions sur les glaciers des Alpes en voyages d'exploration scientifique.

Ses premières observations remontent à 1856, et furent faites avec Huxley. Tyndall les poursuivit pendant plusieurs années, et passa même une partie de l'hiver de 1859 sur la Mer de glace. Il joignit à ces observations de belles expériences de laboratoire qu'il popularisa dans son livre *Forms of Water ;* le tout nous valut plus tard l'ouvrage bien connu *The Glaciers of the Alps.*

Les glaciers sont des fleuves solides qui descendent lentement vers la plaine, entraînés par la pesanteur, et en se moulant constamment sur le fond des vallées qu'ils envahissent. Mgr Rendu, Agassiz et le célèbre naturaliste écossais Forbes avaient signalé les analogies nombreuses

que présente la marche des glaciers avec celle d'un fleuve visqueux. Les observations et les mesures de Tyndall confirmèrent pleinement leur manière de voir.

Mais comment la glace, la moins flexible et la plus cassante de toutes les substances, peut-elle se comporter dans un glacier comme une substance visqueuse ?

Le hasard montra un jour à Faraday que deux morceaux de glace flottant sur l'eau, rapprochés et légèrement pressés l'un contre l'autre, se soudent par leurs points de contact. Il fit part de cette observation à Tyndall qui y vit une révélation. Si ces glaçons peuvent ainsi se souder sous l'action d'une pression, pourquoi la glace concassée, introduite dans un moule et comprimée au moyen d'une presse hydraulique, ne prendrait-elle pas la forme de la cavité qui la contient pour en sortir en bloc compact?

« Il y avait ce jour-là, dit Tyndall, de la neige dans la cour de l'Institution Royale. J'en mis une certaine quantité dans un des moules d'acier qui m'avaient servi à démontrer l'influence de la pression sur les phénomènes magnétiques ; je comprimai la neige, et j'eus le plaisir de retirer du moule un cylindre de glace parfaitement transparente. Je courus immédiatement chez Faraday et lui fis part de ma conviction que sa petite expérience allait servir de base à la véritable théorie des glaciers. » On donna le nom de *regel* à la propriété découverte par Faraday. L'expérience de Tyndall répétée sous mille formes mit en pleine lumière la *plasticité* apparente de la glace sous pression : elle se moule comme la cire. Elle se distingue cependant très nettement des corps visqueux : on peut étirer le bitume, le miel, ils restent plastiques sous la tension ; la glace au contraire est complètement dépourvue de cette propriété : quand on veut l'étirer, on ne réussit qu'à la casser.

Tel fut le point de départ de l'explication du mécanisme des glaciers développée par Tyndall. Les vallées où ils coulent deviennent, dans cette théorie, les moules où la

neige s'accumule ; la pesanteur joue le rôle de la presse hydraulique ; le phénomène du regel, la plasticité de la glace comprimée et la fragilité de la glace étirée rendent compte de la formation du glacier, de sa structure, de sa marche en avant et de tous les accidents qui se manifestent à sa surface.

Mais quelle est la cause du phénomène du regel et comment expliquer la plasticité de la glace ?

Dans la pensée de Faraday, le regel est produit par *une action de contact* entre l'eau et la glace : celle-ci joue, vis-à-vis de la mince pellicule liquide maintenue entre les deux glaçons que l'on presse légèrement l'un contre l'autre, le rôle d'un cristal d'un sel quelconque placé dans une solution saturée de ce sel ; la pellicule gèle et soude les fragments de glace, comme la solution se prend en cristaux. Tyndall accepta cette théorie et imagina, pour l'appuyer, d'ingénieuses expériences ; la plus caractéristique est celle où il montre que le régel s'opère dans l'eau chaude, et lorsque les deux morceaux de glace sont amenés au contact sans que l'on exerce de pression sensible.

D'autres physiciens éminents firent sortir la solution du problème de recherches étrangères en apparence à la question de la plasticité de la glace, en la rattachant à une conséquence théorique très importante, déduite des principes de la thermodynamique par James Thomson d'abord et, presque simultanément, par Clausius. Voici cette conséquence que William Thomson, aujourd'hui lord Kelvin, confirma par des expériences remarquables : la température de congélation de l'eau doit s'abaisser sous l'action de la pression ; cela veut dire que la glace, sous pression, peut fondre à une température inférieure à zéro, et que l'eau, sous pression, peut rester liquide à une température à laquelle elle se solidifierait si cette pression était supprimée.

L'expérience de Tyndall, faisant sortir un bloc de

glace d'un tas de neige comprimée, s'explique aisément dans la théorie de James Thomson. Supposons la neige à zéro, sous la pression de l'atmosphère, quand on l'introduit dans le moule. On exerce à l'aide de la presse hydraulique une pression considérable ; la neige fond, dans ces conditions, à une température inférieure à zéro ; l'eau de fusion remplit la cavité du moule à cette température ; lorsque la pression diminue à la fin de l'expérience, cette eau, trop froide pour rester liquide sous la pression de l'atmosphère, se congèle, et on retire du moule un bloc de glace qui en a pris la forme.

On se trouve ainsi en face d'une autre explication de la plasticité apparente de la glace, sur laquelle James Thomson fonda sa théorie du mouvement des glaciers. Il attribue la marche et les changements de forme de ces fleuves solides à la fusion incessante de la glace aux points où se développent les pressions, suivie de la congélation de l'eau provenant de cette fusion après qu'elle s'est infiltrée en des points de moindre pression.

Si l'on veut expliquer le regel au moyen de la théorie de James Thomson, il faut admettre que la très petite pression exercée par deux fragments de glace en contact peut amener leur fusion à une température inférieure à zéro, et que l'eau de fusion ainsi refroidie se solidifie ensuite quand elle envahit les interstices que laissent entre eux les points de contact. Cette explication n'est pas sans soulever des objections que l'expérience de Tyndall, produisant le regel dans l'eau chaude, rend difficiles à lever.

Pendant que le savant physicien édifiait si heureusement sa théorie des glaciers, Darwin publiait, en 1859, son livre sur l'*Origine des espèces*. Cette date doit être inscrite dans la biographie de Tyndall, parce qu'elle marque sinon une conversion de sa pensée, au moins une orientation nouvelle de son activité. Il fut, en effet, un des premiers et des plus ardents promoteurs de la théorie de

l'évolution; et il n'est pas douteux que le poids de son autorité et le secours de son intervention active, par la parole et par la plume, n'aient contribué puissamment à populariser cette doctrine.

Toutefois cet apostolat ne diminua ni le soin que Tyndall apportait à la préparation de ses leçons du vendredi soir, ni son zèle à vulgariser, dans des ouvrages dont la réputation est restée très grande, plusieurs parties de la Physique. C'est en 1863 qu'il publia son livre sur *La Chaleur comme mode de mouvement*, où les faits expérimentaux et les hypothèses qui servent à édifier la théorie mécanique des phénomènes physiques et chimiques sont exposés avec tant de clarté et d'intérêt. Le succès de cet ouvrage fut immense; les éditions se multiplièrent rapidement; il fut bientôt traduit dans toutes les langues; et ce qui prouve que le mérite de l'ouvrage justifiait cette diffusion, c'est que des savants éminents, MM. Helmholtz et Wiedemann, crurent ne pas perdre leur temps en se chargeant de la traduction allemande.

Cinq ans plus tard, en 1868, Tyndall publiait son volume sur *Le Son*, qui, sans atteindre un but aussi relevé que le livre sur la chaleur, est aussi parfait en son genre, et réalise le traité d'acoustique expérimentale le plus intéressant et le plus suggestif qu'on puisse lire.

A la préparation de ses leçons et au travail de rédaction, Tyndall joignit encore, pendant quelque temps, les fonctions de membre de la Commission d'examen, sous la direction du Conseil d'éducation militaire, et celles d'examinateur à l'université de Londres. Il avait en outre succédé à Faraday, dès 1866, comme conseil scientifique de *Trinity House* (direction du service des phares).

Le physicien ne se reposait donc pas. Mais en dehors de ces travaux scientifiques, et dans les circonstances plus solennelles où il pouvait choisir plus librement le sujet de ses conférences, le physicien n'est plus seul à prendre la parole : le philosophe, qui se confond dans

Tyndall avec l'apôtre de l'évolution matérialiste, réclame sa part du discours quand il ne l'absorbe pas tout entier.

Dans sa conférence sur *Les Forces physiques et la pensée*, prononcée devant la première section de l'Association Britannique dans sa session de Norwich, en 1868, Tyndall, trompé par les analogies que présentent la cristallisation et la vie, défend cette thèse que la formation d'un cristal, d'une plante ou d'un animal se réduit à un simple problème de mécanique qui ne diffère des problèmes mécaniques ordinaires que par la petitesse des masses et la complexité des procédés. Il est revenu plusieurs fois sur cette question, et toujours pour aboutir à la même conclusion. « C'est par l'acte de la cristallisation, dit-il ailleurs, que la nature se révèle à nous comme architecte. Où s'arrêteront ses opérations? Continuera-t-elle, par le jeu des mêmes forces, à former des végétaux et des animaux? Quelle que puisse être la réponse à ces questions, croyez-moi, les notions des générations à venir sur cette chose mystérieuse que quelques-uns appellent la matière brute, seront très différentes de celles des générations passées. » Et ailleurs encore : « Il n'y a pas de distinction essentielle entre l'organique et l'inorganique; les forces présentes dans l'un, convenablement composées, peuvent et doivent produire les phénomènes de l'autre. Je vais jusque-là avec une confiance absolue. »

Le savant physicien s'est trop attaché à considérer les ressemblances de la cristallisation et de la vie, elles lui ont caché les différences. Il en est cependant de très apparentes; un examen sérieux de l'unité de corrélation et de subordination qui enchaîne tous les organes, toutes les énergies, toutes les fonctions de l'être vivant, les maintient manifestement sous la dépendance d'un même principe d'activité intime qui les discipline, les dirige et les fait converger vers une même fin, le développement, la conservation et la reproduction de l'être tout entier; sur-

tout une étude attentive de la sensibilité dans l'animal n'eût pas manqué de les lui faire découvrir. Il eût reconnu qu'il est dangereux, quand on quitte le domaine de la matière pour entrer dans celui de la vie, de la sensation et de la pensée, de chercher son chemin à la lueur de l'analogie. Si l'imagination du poète s'en contente, elle ne saurait suffire à la raison du savant et du philosophe.

Nous serions injuste en laissant croire que Tyndall alla, dès le début, jusqu'aux dernières conséquences de ses tendances matérialistes. Nous lisons, en effet, dans ce même discours de Norwich : « Associés à cet étonnant mécanisme du corps animal, nous trouvons des phénomènes non moins certains que ceux de la physique, mais sans pouvoir découvrir aucune connexion nécessaire entre ces phénomènes et le mécanisme. Un homme, par exemple, peut dire *je sens, je pense, j'aime;* mais comment la *conscience* vient-elle se mêler à notre problème ? On regarde le cerveau humain comme l'organe de la pensée et du sentiment... Je crois que tous les grands penseurs qui ont étudié ce sujet sont prêts à admettre l'hypothèse suivante : tout acte de conscience, qu'il appartienne au domaine des sens, de la pensée ou de l'émotion, correspond à un certain état moléculaire défini du cerveau ; ce rapport de la physique à la conscience existe invariablement ; de telle sorte qu'étant donné l'état du cerveau, on pourrait en déduire la pensée ou le sentiment correspondant, ou qu'étant donné la pensée ou le sentiment, on pourrait en déduire l'état du cerveau. Mais comment faire cette déduction?... Nous ne possédons pas l'organe intellectuel... qui nous permettrait de passer par le raisonnement d'un phénomène à l'autre. Ils se produisent ensemble, mais nous ne savons pas pourquoi. » Il dit encore ailleurs : « Le cerveau de l'homme est assurément un assemblage de molécules arrangées suivant les lois physiques ; mais si vous me demandez de déduire de cet assemblage le plus petit des phénomènes de la sensation ou de la pensée, je

me prosterne dans la poussière et je reconnais l'impuissance humaine. Cette fois la spéculation prendrait son vol vers des régions où il n'est plus de milieu pour la soutenir. » — Ce mystère sera-t-il éternel? Qui sait, dit-il à Norwich, s'il ne s'évanouira pas un jour. « L'évolution des choses sur cette terre n'a été qu'un long progrès. Il y a loin de l'Iguanodon et de ses contemporains au président et aux membres de l'Association Britannique!.. Rien ne nous permet d'affirmer que les facultés actuelles de l'homme soient le terme de la série, que le progrès doive s'arrêter à lui. »

L'aveu d'impuissance que nous venons de transcrire doit être remarqué. Il n'est pas rare d'entendre proclamer, dans le demi-monde de la science irréligieuse, comme une conquête définitive du progrès, la suppression de l'âme et du monde spirituel. Cela ne peut se dire qu'en passant et à l'adresse d'auditeurs ou de lecteurs fort ignorants. Devant les membres d'une association scientifique, un vrai savant ne pouvait y songer. Toutefois Tyndall s'est trop hâté de se prosterner dans la poussière. En serrant de plus près la difficulté qu'il avoue, elle se serait évanouie, et il eût reconnu que si l'organisme du cerveau se manifeste évidemment comme une *condition* matérielle de la pensée, il ne saurait en être la *cause*. Sans doute, tout travail intellectuel exige un travail physique du cerveau. Mais, pour expliquer ce phénomène sans faire du cerveau la cause productive de la pensée, il suffit de réfléchir que le travail de la pensée ne s'effectue pas sans le secours de nos facultés sensibles, lesquelles n'opèrent pas sans que nos organes matériels, avec lesquels elles forment un composé vivant, n'entrent eux-mêmes en action.

Rien d'étonnant d'ailleurs que Tyndall éprouve une grande difficulté à soumettre l'âme humaine aux procédés de manipulation intellectuelle qui nous font saisir les substances matérielles : si l'âme humaine est spirituelle, il est évident que notre imagination devient impuissante à

se la représenter; mais tirer de cette impuissance une preuve contre l'existence de cette âme, c'est confondre à plaisir les choses les plus disparates. Nous sommes ici dans un autre ordre de faits, de causes, de réalités, de certitudes et de vérités, qui se démontrent par des faits et des principes d'une autre nature, mais aussi clairs, aussi certains, aussi incontestables que l'existence des phénomènes matériels (1).

Quant à l'anticipation qui termine le discours de Norwich, personne ne la prendra au sérieux; ce n'est évidemment qu'un palliatif, ou peut-être une réclame ayant pour but d'entraîner les naïfs par le prestige du progrès.

Nous ne pouvons analyser en détail toutes les conférences et tous les articles moitié scientifiques, moitié philosophiques de Tyndall. Il faut bien faire un choix qui ne nous expose pas à trop de redites. Arrêtons-nous encore à un discours prononcé devant les membres de l'Association Britannique, à Liverpool, en 1870. Il a pour titre : *Du Rôle scientifique de l'imagination.*

La première partie est une très belle leçon d'optique physique, où la théorie des ondulations et son application à des phénomènes très délicats est présentée d'une façon si claire, si simple et à la fois si rigoureuse, qu'il semble difficile de la mettre plus heureusement à la portée de ceux qui ne l'ont pas étudiée.

La seconde partie est un plaidoyer étrange en faveur du transformisme matérialiste. Quelle est l'idée fondamentale de cette théorie, se demande Tyndall, quelle est son essence? « Mettons-la à nu et plaçons-nous face à face avec la notion que non seulement les formes les plus infimes de la vie végétale ou animale, non seulement les formes les plus nobles qu'elle revêt dans le cheval et dans le lion,

(1) Voir le *Cours de Philosophie*, par le P. A. Castelein, S. J., t. II, pp. 206 et suiv.

non seulement le splendide et merveilleux mécanisme du corps humain, mais que l'âme humaine elle-même, le sentiment, l'intelligence, la volonté et tous leurs phénomènes étaient jadis à l'état latent dans un grossier nuage. Sans contredit, le seul énoncé d'une semblable notion est plus qu'une réfutation! Mais l'hypothèse devra probablement aller plus loin encore. Plusieurs de ceux qui la soutiennent voudront peut-être aller jusqu'à affirmer qu'à un moment donné toute notre philosophie actuelle, notre poésie, notre science, tous nos arts, Platon, Shakespeare, Newton, Raphaël étaient en puissance dans les feux du soleil. Nous avons soif d'apprendre quelque chose de leur origine. Or, si l'hypothèse de l'évolution est exacte, ce désir insatiable lui-même doit nous être venu à travers les âges qui ont séparé le brouillard inconscient primitif de notre conscience d'aujourd'hui. Je ne crois pas qu'aucun partisan de l'hypothèse de l'évolution puisse dire que je l'ai surfaite et surchargée en aucune manière. J'ai simplement dépouillé de tout vague, et amené devant vous, sans vêtements, sans vernis aucun, les notions qui doivent la faire surgir ou tomber.

» Incontestablement ces notions présentent une absurdité trop monstrueuse pour trouver place dans un esprit sensé. » — Il va donc les condamner? Nullement. « Qu'il nous soit permis cependant, poursuit-il, de leur donner libre carrière... Pourquoi sont-elles absurdes, pourquoi tout esprit sain doit-il les rejeter?... Ces notions de l'évolution sont absurdes, monstrueuses, dignes seulement de la potence intellectuelle, parce qu'elles répugnent aux idées relatives à la matière qui ont bercé nos jeunes années. L'esprit et la matière nous ont toujours été présentés comme des ennemis irréconciliables... Cela est-il correct?... Supposons qu'au lieu d'avoir présenté à nos jeunes intelligences cette antinomie de la matière et de l'esprit, on nous eût appris à les considérer comme tous deux également dignes, comme également merveilleux,

comme les faces opposées d'un même mystère ; » ... le reste se devine.

Cet appel aux préjugés pour trancher une question où ils n'ont rien à voir n'est pas nouveau ; mais on ne se serait pas attendu à le voir rééditer dans un discours sur le rôle scientifique de l'imagination : il appartient manifestement au domaine de ses fantaisies ; y recourir est avouer que la cause que l'on défend est désespérée. Que penser d'un avocat qui, ayant à défendre un criminel en aveu, s'aviserait de dire : « Je le reconnais, mon client est le dernier des hommes, voleur, incendiaire, assassin ; vous lui rendrez cependant la liberté. Car pourquoi sa conduite est-elle criminelle, monstrueuse, digne de l'échafaud? Parce qu'elle répugne aux préjugés qui ont bercé notre enfance. Le crime et la vertu nous ont toujours été représentés comme des ennemis irréconciliables. Cela est-il correct? Supposons... » Ce plaidoyer serait tout juste aussi logique que celui de Tyndall défendant d'office l'évolution matérialiste devant l'Association Britannique présidée par M. Huxley.

Le savant conférencier oublie que notre intelligence est ouverte à la lumière de la vérité comme notre œil l'est à la lumière du jour, dont il a si bien parlé au début de son discours ; il oublie que si elle reste toujours soumise à des causes accidentelles d'erreur, elle possède en elle-même les ressources essentielles pour s'en préserver ; il oublie qu'il est des vérités dont l'évidence se passe de l'autorité d'un maître et n'a rien à craindre des préjugés de l'éducation : l'abîme qui sépare le bien du mal, et l'abîme non moins profond qui sépare l'esprit de la matière, sont de ces vérités. En enjambant cet abîme, l'imagination de Tyndall est sortie de son rôle scientifique; et nous sommes obligés de reconnaître que chez lui le philosophe est loin de valoir le physicien.

C'est comme physicien qu'il fut invité à donner en Amérique une série de conférences scientifiques. Il

accepta cette invitation, s'embarqua pour New-York, le 28 septembre 1872, et inaugura ses conférences le 15 octobre.

Boston, Philadelphie, Baltimore, Washington, New-York, etc., purent tour à tour entendre et admirer l'éloquent professeur. Les conférences avaient lieu de deux en deux jours. Les préparateurs étaient dressés à leur service par des exercices spéciaux, et chacune des soirées libres était consacrée à une répétition complète, minutieuse de la séance du lendemain, et aussi soignée que s'il se fût agi d'une pièce de théâtre. L'accueil que Tyndall reçut partout fut presque un triomphe ; les journaux quotidiens consacraient sept à huit colonnes à reproduire le texte de ses leçons ; et les Américains ne lui ménagèrent ni les honneurs ni leur or. Tyndall accepta les honneurs, et remit trente-deux mille dollars à un comité d'hommes de science chargé d'employer les intérêts à promouvoir, chez les étudiants, le goût des recherches expérimentales.

Il profita de son séjour en Amérique pour passer ses vacances au pied de la chute du Niagara ; et à son retour en Angleterre, il fit de cette excursion le sujet d'une de ses belles leçons du vendredi soir à l'Institution Royale. Il publia ses conférences américaines en 1873, dans son livre intitulé *La Lumière, six leçons faites en Amérique pendant l'hiver de 1872-1873,* ouvrage distinct de l'opuscule publié antérieurement sous un titre semblable, *La Lumière, notes d'un cours en neuf leçons.*

La Lumière de 1873 est un des derniers volumes de vulgarisation publiés par Tyndall. A une première lecture, il semble inférieur à la *Chaleur* et au *Son;* mais en l'étudiant de plus près, on ne tarde pas à y retrouver toutes les qualités supérieures du physicien instruit qui possède à fond son sujet, et de l'habile expérimentateur qui sait si bien mettre sous les yeux et, pour ainsi dire, dans les mains de son auditoire, les phénomènes dont il parle et le mécanisme qui les explique.

C'est aussi à l'année 1873 et à l'année suivante que se rattachent les recherches de Tyndall sur la transmission des signaux sonores sur les côtes maritimes en temps de brouillard. Elles nous ont appris que l'atmosphère, à différents jours, manifeste une préférence marquée pour des sons différents ; et que la portée du son dépend moins de la direction du vent que de la constitution des couches atmosphériques qu'il doit traverser : un mélange hétérogène d'air et de vapeur peut constituer, au milieu d'un jour d'une transparence optique parfaite, un nuage acoustique impénétrable sur la surface duquel le son se réfléchit totalement. Ces observations ont suggéré à Tyndall de belles expériences de cours où il se sert très ingénieusement, pour étudier la transparence acoustique des mélanges de gaz et de vapeurs, des propriétés des flammes sensibles qu'il avait, quelques années auparavant, remises en honneur.

Appelé, en 1874, à présider le congrès de Belfast de l'Association Britannique, Tyndall prit pour sujet de son adresse présidentielle *L'Évolution historique des idées scientifiques*. Jusque-là, ses doctrines philosophiques, mélange de matérialisme et de scepticisme, ne s'étaient guère manifestées qu'entourées de restrictions prudentes et voilées d'artifices de langage. Elles vont s'affirmer plus bruyamment dans cette circonstance solennelle, et sur un ton d'hostilité à la philosophie spiritualiste et religieuse beaucoup plus retentissant.

Dans une de ses conférences sur la lumière, Tyndall regrette que le savant de profession, le chercheur original, ne soit pas honoré aux États-Unis comme il devrait l'être ; et il attribue à cette circonstance que le physicien américain Draper, l'auteur du livre sur *Les Conflits de la science et de la religion*, se soit « laissé condamner à abandonner la science pour écrire l'histoire ». Tyndall a malheureusement suivi la même voie sans que nous puis-

sions invoquer en sa faveur la même excuse. D'ailleurs il ne peut pas, pour justifier cette excursion sur un domaine étranger à ses études habituelles, faire appel à la pénétration et à l'ampleur de son intelligence ; car il professe, dans son discours de Belfast, qu'on aurait tort de croire qu'un homme « qui a donné la preuve d'une puissance extraordinaire dans une branche quelconque de la science » possède « une puissance analogue dans toutes les autres branches ». Il pousse même ce principe à l'extrême quand il affirme, en parlant de Newton, « que le seul fait que cet homme de génie avait consacré les meilleures années de sa vie à l'étude d'un ordre d'idées complètement différent (de la révélation), le rendait non pas de plus en plus, mais de moins en moins compétent à traiter des questions théologiques et historiques ». Nous ne retournerons pas l'argument contre son auteur ; mais la vérité nous oblige à reconnaître que l'orateur de Belfast a entrepris une tâche au-dessus de ses forces, et qu'il n'a point réussi à donner à son scepticisme philosophique le prestige du progrès scientifique.

Nous ne pouvons reprendre ici, une à une, toutes les objections soulevées par Tyndall dans son discours et dans les articles de revue qui lui ont servi de commentaires. Cette critique heureusement n'est plus à faire : nos lecteurs la trouveront, très solide et très courtoise, dans l'excellent opuscule du P. Delsaulx intitulé *Les Derniers écrits philosophiques de M. Tyndall* (Paris 1877) (1) ; ils la trouveront aussi disséminée dans les articles de cette *Revue,* surtout dans ceux que le P. Carbonnelle a écrits sous ce titre : *L'Aveuglement scientifique*, réunis plus tard dans ses *Confins de la science et de la philosophie.* Bornons-nous donc à relever les erreurs principales de l'orateur de Belfast. Voici ce qu'il cherche à démontrer, en refaisant l'histoire des idées scientifiques : l'athéisme

(1) Nous publierons prochainement une troisième édition de ce livre.

et le matérialisme ont été le point de départ du progrès scientifique. Entravées par le servilisme du moyen âge, les idées scientifiques n'ont repris leur marche en avant qu'après être revenues à leur point de départ; et elles trouveront leur plein épanouissement dans la doctrine de l'évolution.

Pour appuyer cette thèse, Tyndall confond à plaisir la doctrine de Démocrite et d'Épicure avec l'hypothèse atomique moderne. L'histoire vraie n'accepte pas ce rapprochement; elle démontre que la doctrine des matérialistes grecs n'a été ni le commencement ni la source du progrès scientifique. La science a marché, depuis l'antiquité jusqu'aux temps modernes, sans jamais en subir l'influence (1).

Aux yeux de Tyndall, la foi chrétienne n'est qu'une crédulité puérile, une superstition d'un autre âge; l'autorité de l'Église, un pouvoir aveugle et despotique; le savant chrétien, un esclave qui cherche et qui doit chercher le dernier mot des sciences humaines dans les livres inspirés. En partant de tels principes, il est aisé de déclamer contre le dogmatisme et d'appeler à grands cris l'émancipation de l'intelligence. La vérité est que la liberté a toujours existé pour les enfants de l'Église, et qu'ils en ont toujours usé, surtout dans le domaine, généralement fort peu dogmatique, où les progrès des sciences peuvent amener des changements d'interprétation du texte sacré. Dès les premiers siècles de l'Église, les Pères ont usé de cette liberté dans l'explication du premier chapitre de la Genèse (2), et elle s'exerce aujourd'hui comme autrefois sous l'œil de l'autorité ecclésiastique qui ne songe pas à l'entraver.

Pour rendre l'esclavage du savant chrétien plus évi-

(1) Revue des questions scientifiques, tomes V et VI : Vigouroux, *La Cosmogonie biblique.*

(2) Revue des questions scientifiques. Ign. Carbonnelle, *L'Aveuglement scientifique*, t. I, 24.

dent, on lui oppose, par ignorance ou par calcul, une foule de dogmes fantaisistes qui n'existent pas. Faut-il rappeler que l'Église enseignante seule a le droit de formuler des interprétations réellement dogmatiques, absolument irréformables ; et que sur beaucoup de points, en particulier sur ceux qui touchent au domaine propre du savant, elle n'a jamais rien enseigné ? Quant aux vérités révélées, aux vérités divines qui forment l'objet des dogmes de sa foi, le savant chrétien leur doit l'insigne bienfait d'être préservé des erreurs les plus graves et les plus funestes, de celles qui jetteraient complètement son intelligence en dehors du domaine où elle doit se mouvoir, *la vérité.* Quel homme sensé s'est jamais insurgé au nom de la liberté contre les poteaux indicateurs plantés aux carrefours des chemins et qui l'empêchent de s'égarer, ou contre les garde-fous qui bordent les précipices et l'empêchent de se jeter dans l'abîme?

Sans doute, l'Église ajoute à son enseignement dogmatique de sages conseils de prudence, de mesure, de modestie, qui sont de mise dans les spéculations philosophiques plus que partout ailleurs ; elle prémunit ses enfants contre les illusions éblouissantes et les séduisantes nouveautés ; elle les invite à suivre la voie droite et sûre du bon sens, et à ne quitter qu'après mûr examen les chemins de la saine tradition. Mais ce ne sont point là des entraves ; c'est un frein, oui, mais un frein nécessaire — de tristes catastrophes le montrent tous les jours — à qui veut marcher sûrement et s'arrêter à point.

Tyndall semble croire que l'Église suscite à plaisir des conflits entre la science et la foi ; mais elle déclare, au contraire, ces conflits impossibles. Il a eu tort d'accepter sur ce point les renseignements de M. Draper (1), et il fait preuve de bien peu de critique et de science historique en parlant comme il le fait de Giordano Bruno, de la doc-

(1) Revue des questions scientifiques, t. I, 98 : Ch. De Smedt, S. J., *L'Église et la science.*

trine des Pères sur les Antipodes (1), du procès de Galilée (2), etc. Nous n'en finirions pas si nous devions relever toutes les erreurs que Tyndall est parvenu à faire entrer dans le cadre que nous indiquions tantôt ; il nous faudrait remonter au déluge, prouver la distinction de l'âme et du corps, établir la liberté humaine, démontrer l'existence de Dieu, etc.

On le voit, Tyndall n'invente aucune objection nouvelle, mais il prend à cœur de ne négliger aucun des lieux communs de la libre pensée. S'ils ont fait scandale, c'est uniquement parce qu'il a cherché à les couvrir de son autorité. Le discours de Belfast souleva une très grande opposition, qui retentit longtemps dans les chaires catholiques et protestantes, en Irlande, en Angleterre et aux États-Unis, et partout dans les journaux et dans les revues. Tyndall fut très affecté des critiques, très justes au fond, mais acerbes parfois dans la forme, dont il fut l'objet ; on dit que sa santé en fut ébranlée. Ce qui est certain, c'est que cette campagne ralentit beaucoup son activité scientifique. Pendant les treize ans qu'il garda encore le titre et les fonctions de professeur à l'Institution Royale, nous ne trouvons plus aucune recherche originale, aucune publication de science pure qui mérite d'être signalée.

Il crut devoir prendre sa retraite en 1887 ; lord Rayleigh fut appelé à lui succéder. L'Institution Royale, voulant reconnaître ses longs et brillants services, lui conféra, comme autrefois à Davy, le titre de professeur honoraire. Elle fit placer son buste dans ses galeries, et donna son nom à l'une des séries de ses conférences. Le 29 juin 1887, un banquet d'adieu réunissait autour du savant professeur l'élite de la science anglaise.

(1) Revue des questions scientifiques, t. XII, 478 : Ph. Gilbert, *Le Pape Zacharie et les Antipodes.*

(2) Revue des questions scientifiques : les articles de Ph. Gilbert sur le procès de Galilée.

Depuis 1887, Tyndall passait les hivers dans sa résidence de Hind Head, près de Haslemere, et l'été dans son chalet de Bel Alp, en Suisse. Dans ces dernières années, il s'occupa activement de politique. Nous n'avons point à le suivre sur ce terrain ; disons seulement qu'il partageait au sujet du Home Rule les idées de beaucoup de protestants irlandais : il fut toujours opposé à l'émancipation de sa patrie.

Il mourut à Hind Head, le lundi 4 décembre 1893, quelques jours à peine après avoir mis la dernière main à la cinquième édition de la biographie de Faraday. Les journaux ont raconté différemment les circonstances de sa mort. Ses amis disent, et il faut les croire, qu'il souffrait depuis quelque temps de rhumatismes qui lui causaient de longues et cruelles insomnies. Il avait pris l'habitude de chercher un peu de repos dans l'emploi des narcotiques. Une dose trop forte de chloral, absorbée le lundi matin, le jeta dans un coma dont il sembla sortir un instant vers midi ; mais ce fut pour perdre bientôt de nouveau connaissance. Il expira vers six heures.

Ses funérailles eurent lieu le samedi 9 décembre à l'église paroissiale de Haslemere. Sur la demande de Mme Tyndall, elles se firent sans grand éclat ; les amis intimes du défunt et les représentants de la Société Royale, de l'Institution Royale et du Collège Royal des sciences seuls y prirent part. Les articles nécrologiques ne lui ont point manqué. Plusieurs émanent de ses amis et signalent, dans son caractère, d'étranges contrastes.

Doué d'un tempérament très ardent, mais maître de lui-même, Tyndall se montrait habituellement réservé et difficilement pénétrable. La générosité s'alliait chez lui au maintien tenace de tout ce qu'il considérait comme son droit. Malgré sa franchise très indépendante et souvent un peu brusque, il savait cependant se montrer affable, surtout envers les enfants, qu'il affectionnait et dont il sut toujours conquérir les sympathies. Fidèle à l'amitié, com-

pagnon agréable, amusant à ses jours, il était en même temps très impressionnable et voyait difficilement le bon côté des choses. La contradiction le heurtait violemment et le faisait beaucoup souffrir. Toute hostilité lui paraissait systématiquement malveillante, et la grande idée qu'il avait de lui-même lui persuadait trop aisément que les attaques dont il était l'objet partaient de trop bas pour l'atteindre.

C'est moins comme chercheur original que comme vulgarisateur de grand talent et littérateur distingué que Tyndall occupera une place dans l'histoire scientifique de notre époque. Il n'a ouvert en physique aucune voie vraiment nouvelle ; il n'a attaché son nom à aucune découverte importante, à aucune invention brillante. Dans ses recherches sur le magnétisme, il a marché à la suite de Faraday et de Plücker ; Melloni lui a montré le chemin dans l'étude de la chaleur rayonnante ; Forbes et Agassiz l'ont précédé dans l'observation des glaciers et l'explication du mécanisme de leur formation et de leurs mouvements ; les recherches de Pasteur sur les germes de l'atmosphère et leur application, par Lister, à la chirurgie antiseptique n'ont rien eu à emprunter à ses travaux. Personne ne songera à en faire l'émule de Faraday ; il y aurait de la témérité à l'égaler à Arago.

Cette observation n'a rien de malveillant : on ne fait point tort à un grand peintre en déclarant qu'il n'a pas été architecte ; et l'on peut, en suivant des chemins battus, rendre à la science, surtout dans la carrière de l'enseignement, de réels et d'importants services. C'est ce que fit Tyndall. Bien que ses travaux de laboratoire soient loin d'être sans mérite, c'est dans l'amphithéâtre de l'Institution Royale surtout qu'il a conquis sa légitime notoriété. Il la doit à ses conférences publiques et à ses livres de vulgarisation.

Doué d'une grande facilité pour comprendre les idées

les plus profondes et se les assimiler rapidement, il excellait à leur donner une forme si saisissable dans ses expériences, si simple, si facile dans son exposition, et si richement parée de tous les charmes d'une parole aisée et brillante, que ses auditeurs les moins préparés à le suivre, ravis, étonnés, flattés peut-être de pouvoir l'entendre, lui savaient gré de s'être mis à leur portée et d'avoir réfléchi sur leurs intelligences quelques-uns des rayons qui éclairent les plus hauts sommets de la science.

Ces conférences n'eurent point, sans doute, pour résultat de former des physiciens : l'attention facile qui suffit à des leçons d'apparat ne peut porter des fruits qui exigent le travail ardu du laboratoire; ce n'était point leur but. Elles tendaient à populariser la science ; leur succès dans cette voie, et surtout le succès du conférencier, fut prodigieux. Pour le grand public, Joule, Thomson, Maxwell,... disparaissaient derrière Tyndall qu'on voyait, qu'on entendait et qui avait fini pour ainsi dire par incarner la physique.

Le succès de ses livres de vulgarisation ne fut pas moindre et se comprend aisément. Plusieurs d'entre eux ont une réelle importance. *La Chaleur comme mode de mouvement* surtout forme une introduction expérimentale très utile à l'étude de la théorie mécanique de la chaleur ; tous se recommandent par l'exactitude et la rigueur qui les distinguent de ces publications de bas étage, prétentieuses et ignorantes, qui n'ont de scientifique que le nom ; ils sont sans rival par la clarté et l'élégance qui en font le principal attrait, et par le grand nombre d'expériences merveilleusement ingénieuses et admirablement présentées qui les rendent éminemment précieux. Nous n'en rappellerons qu'une seule, et nous l'emprunterons à l'un des plus beaux chapitres du livre sur la chaleur.

« Solide, liquide ou gaz, l'eau est une des substances les plus admirables de la nature. ... Pour plusieurs des personnes ici présentes, ce bloc de glace ne semble pas

présenter plus d'intérêt et de beauté qu'un bloc de verre; mais pour l'esprit éclairé du savant, la glace est au verre ce qu'un *oratorio* de Haendel est aux cris de la rue et du marché. La glace est une musique, le verre est un bruit; la glace est l'ordre, le verre est la confusion. Dans le verre, les forces moléculaires ont abouti à un écheveau embrouillé, inextricable; dans la glace, elles ont su tisser une broderie régulière dont je veux vous révéler les merveilleux dessins.

» Comment m'y prendrai-je pour disséquer cette glace? Un faisceau de lumière solaire, ou, à son défaut, un faisceau de lumière électrique sera l'anatomiste habile auquel je confierai cette opération... Je lance ce faisceau directement de la lampe à travers cette plaque de glace transparente. Il mettra en pièces cet édifice, mais en renversant exactement l'ordre de son architecture. La force cristallisante avait silencieusement et symétriquement élevé atome sur atome; le faisceau électrique les fera tomber silencieusement et symétriquement. Je dresse cette plaque de glace en face de la lampe, et la lumière passe maintenant à travers sa masse. Comparez le faisceau lumineux entrant avec le faisceau lumineux sortant de la glace: pour l'œil, il n'y a pas de différence sensible; l'intensité de la lumière est à peine diminuée. Il n'en est pas ainsi de la chaleur. Au point de vue thermique, le faisceau, avant son entrée, est bien plus puissant qu'après son émergence. Une portion du faisceau s'est arrêtée dans la glace, et cette portion est l'anatomiste que nous voulions mettre en jeu. Que fait-il? Je place une lentille en avant de la plaque de glace pour en projeter, sur l'écran, une image agrandie. Regardez cette image dont la beauté est encore bien loin de la réalité. Voici une étoile; en voilà une autre; et à mesure que l'action continue, la glace paraît se résoudre de plus en plus en étoiles, toutes à six rayons, et ressemblant chacune à une belle fleur à six pétales... Chaque atome de la croûte solide qui

recouvre les lacs glacés du nord a été fixé suivant la même loi. La nature les dispose avec harmonie, et la mission de la science est de perfectionner assez nos organes pour que nous puissions saisir ses accords. »

Les pages semblables à celle-là ne sont pas rares dans les livres de Tyndall, qu'on lira longtemps encore comme des modèles de clarté et d'élégance, et qui forment en réalité la part principale de son œuvre scientifique.

Nous voudrions pouvoir clore notre article par cet éloge du savant, mais nous ne pouvons laisser de côté le philosophe.

On a dit, et on a prouvé en extrayant de ses œuvres des textes malheureusement très explicites, que Tyndall était matérialiste. D'autres ont cherché à le laver de ce reproche, et lui-même s'en est mollement défendu en citant d'autres passages de ses discours. Le doute ne nous semble pas possible : Tyndall a professé le matérialisme, bien qu'il semble parfois reculer devant le caractère absolu de ses propres affirmations et cherche à en atténuer la portée. Il dit, par exemple, qu'il ne prétend pas qu'on puisse « établir à la satisfaction de l'esprit humain une continuité logique entre les actions moléculaires et les phénomènes de conscience » ; que « c'est là un écueil contre lequel le matérialisme viendra inévitablement se briser toutes les fois qu'il prétendra être une philosophie complète de l'esprit humain », etc. Mais en même temps il refuse absolument d'attribuer les phénomènes psychiques à un principe distinct de la matière. En face de pareilles assertions, et malgré tout notre désir d'innocenter le philosophe en accusant le poète, il faut bien le prendre au pied de la lettre quand il nous dit que nous devons « nous dissoudre, comme les bandes d'un nuage matinal, dans l'azur infini du passé ». S'il semble se contredire parfois, c'est que l'erreur n'a pu entrer dans une intelligence aussi bien douée qu'à la faveur d'idées obscures et mal déterminées ;

c'est qu'elle n'a pu s'y établir définitivement sans luttes et sans efforts. Semblable à un ressort violemment bandé, elle a oscillé longtemps sans pouvoir, malheureusement, retrouver sa position d'équilibre ; et elle est restée déformée sous le poids d'une philosophie bien moins faite de convictions que de doutes.

On a dit que Tyndall était athée. Il paraît difficile de le nier. Devant un silex grossièrement taillé, il n'hésite pas à reconnaître l'existence d'une cause intelligente, distincte de cet informe caillou ; mais en face de l'univers, il repousse la notion d'un créateur distinct du monde : « l'idée d'un fabricant d'atomes et d'un faiseur d'âmes, dit-il, nous donne lieu de douter que ceux qui l'ont émise aient jamais bien compris la grandeur du problème dont ils proposent une pareille solution ». Et cependant son âme n'est pas étrangère aux saines émotions : « Deux choses, dit-il en s'appropriant une pensée de Kant, me remplissent d'une crainte respectueuse, le ciel étoilé et le sentiment de la responsabilité morale de l'homme. Et, dans les moments de santé et de force d'esprit et de corps, quand l'ardeur de l'action a cessé et que le calme de la réflexion est venu, l'homme de science ressent l'influence de la même crainte respectueuse. Cette émotion, qui lui fait oublier les choses mesquines d'ici-bas, l'associe à une puissance qui donne à sa vie la plénitude et l'énergie, mais qu'il ne peut ni analyser ni comprendre » ; et parce qu'il ne parvient pas à la soumettre à cette manipulation intellectuelle, il « n'ose l'appeler une intelligence ; il se refuse même à l'appeler une cause ». Aussi se raille-t-il de ceux qui croient à la Providence et s'y confient.

Il rencontra, dit-il, pendant l'été de 1858, « à l'auberge qui est au pied du glacier du Rhône, un jeune prêtre aux formes athlétiques, » qui, « après avoir expédié un solide déjeuner et une bouteille de vin », informa le savant voyageur « qu'il était venu dans le but de *bénir les montagnes* ». Cette cérémonie, ajoute-t-il, se faisait annuellement ;

« chaque année le Très-Haut était supplié de prendre des mesures météorologiques propres à assurer aux troupeaux des Valaisans la nourriture et l'abri ». Pourquoi donc ne pas demander tout d'un coup « un changement de direction du Rhône ou un approfondissement du lit du fleuve » ? Pauvres insensés ! ils ignorent donc « qu'aucun acte d'humiliation individuel ou national ne peut, d'après les données de la science, faire tomber une ondée du ciel ou faire arriver vers nous un seul rayon du soleil sans une perturbation tout aussi grave des lois naturelles que s'il s'agissait d'empêcher une éclipse ou de faire remonter au fleuve Saint-Laurent les chutes du Niagara ».

Voilà une grande pensée singulièrement rapetissée et des sarcasmes peu dignes d'un esprit sérieux. Quel contraste avec cette page si lumineuse et si élevée d'un autre savant protestant dont la gloire n'a rien à envier à celle de Tyndall ! Nous ne pouvons résister au plaisir de la rappeler toute entière.

« Je veux vous entretenir d'une objection que presque tous les systèmes philosophiques fournissent contre la prière. La religion nous présente ce devoir, avec l'assurance que Dieu exaucera nos vœux et nos prières, pourvu qu'ils soient conformes aux règles qu'il nous a données. D'un autre côté, la philosophie nous enseigne que tous les événements de ce monde arrivent conformément au cours de la nature établi dès le commencement, et que nos prières n'y sauraient occasionner aucun changement, à moins qu'on ne veuille prétendre que Dieu fasse des miracles continuels en faveur de nos prières. Cette objection est d'autant plus forte que la révélation même nous assure que Dieu a établi le cours tout entier de tous les événements dans le monde, et que rien ne saurait arriver que Dieu ne l'ait prévu de toute éternité. Est-il donc croyable, dit-on, que Dieu veuille changer le cours établi en faveur de toutes les prières que les fidèles lui adressent ? C'est ainsi que les incrédules tâchent de combattre notre confiance.

» Mais je remarque d'abord que quand Dieu a établi le cours du monde et qu'il a arrangé tous les événements qui devaient y arriver, il a eu en même temps égard à toutes les circonstances qui accompagneraient chaque événement, et en particulier aux dispositions, aux vœux et aux prières de chaque être intelligent, et que l'arrangement de tous les événements a été mis parfaitement d'accord avec toutes les circonstances. Donc, quand un fidèle adresse à présent à Dieu une prière digne d'être exaucée, il ne faut pas s'imaginer que cette prière ne parvient qu'à présent à la connaissance de Dieu. Il a déjà entendu cette prière depuis l'éternité ; et puisque ce père miséricordieux l'a jugée digne d'être exaucée, il a arrangé exprès le monde en faveur de cette prière, en sorte que l'accomplissement fût une suite du cours naturel des événements. C'est ainsi que Dieu exauce les prières des fidèles sans faire des miracles, quoiqu'il n'y ait aucune raison de nier que Dieu ait fait et fasse encore quelquefois de vrais miracles.

» Donc l'établissement du cours du monde une fois fixé, loin de rendre inutiles nos prières, comme les esprits forts le prétendent, il augmente plutôt notre confiance, en nous apprenant cette vérité consolante, que toutes nos prières ont été déjà présentées dès le commencement au pied du trône du Tout-Puissant, et qu'elles ont été placées dans le plan du monde comme des motifs sur lesquels les événements devaient être réglés, conformément à la sagesse infinie du Créateur. »

Cette page est du grand Euler ; nous l'avons extraite de ses *Lettres à une princesse d'Allemagne* (1). Lui aussi était « né dans un milieu où la Bible était particulièrement chère, et reçut par elle presque exclusivement sa première éducation » ; lui aussi s'est attaché à vulgariser la science après l'avoir beaucoup étudiée ; mais elle ne l'a pas ébloui, et il ne l'a point détournée de son plus noble usage :

(1) Paris, 1859 ; tome I, deuxième partie, lettre XXII, p. 300.

l'éducation de l'homme par le respect de Dieu, son créateur, par le sentiment de la dignité de son âme libre et immortelle, par la pensée de sa responsabilité et le souvenir de ses destinées.

Il est vrai qu'au temps d'Euler la sève chrétienne n'était point encore complètement desséchée dans le sarment arraché par Luther à la vigne du Christ ; mais l'action dissolvante du rationalisme ne devait pas tarder à la tarir. Nous assistons aujourd'hui à cette dissolution. Tyndall en a subi la funeste influence, et l'histoire impartiale ne lui pardonnera pas d'avoir employé à l'augmenter les brillants talents qu'il avait reçus de Dieu et la grande autorité que lui donnaient sa science et ses fonctions.

J. Thirion, S. J.

L'HOMME-SINGE

ET

LES PRÉCURSEURS D'ADAM

EN FACE DE LA SCIENCE

Durant la seconde moitié du XIXe siècle, les brillantes découvertes de la géologie et les séduisantes hypothèses du darwinisme ont provoqué, au sujet des premiers chapitres de la Genèse, un mouvement d'idées qui fera époque dans l'histoire de la controverse religieuse.

Adversaires des causes finales et du surnaturel, les incrédules prétendent tourner contre la révélation chrétienne les derniers développements des connaissances humaines. A les en croire, « la théologie n'a point trouvé dans la science les arguments dont elle se flattait de pouvoir étayer les vérités qu'elle proclame, et plus d'une erreur scientifique, admise comme vérité pendant une longue série de siècles, n'a d'autre origine qu'un dogme théologique admis de confiance, sans preuve et sans contrôle » (1).

(1) Ernest Haeckel, *Histoire de la création d'après les lois naturelles*, 1874, Préface par Charles Martins, p. XXVII.

De leur côté, les interprètes de la sainte Écriture, jaloux de sauvegarder l'autorité de la Bible et l'intégrité de la foi catholique, n'ont rien négligé pour défendre la cosmogonie de Moïse contre les assauts de l'impiété. Il faut bien l'avouer, la tactique n'a pas toujours été très heureuse : plus d'une fois elle s'est ressentie des émotions du premier engagement. Depuis qu'on a eu le temps de se reconnaître, la science moderne a été accueillie non en ennemie, mais en alliée. Pour bien des questions, les catholiques de nos jours sont à la tête du progrès.

De l'aveu de leurs adversaires les plus déclarés, « un grand nombre des découvertes dans le domaine de l'archéologie préhistorique et de la paléontologie ont été faites par des ministres du culte catholique » (1) ; plusieurs sociétés savantes ou congrès ont, sous la protection du haut clergé, fondé des sections spéciales d'anthropologie et, dans les écoles, on accepte la discussion loyale des observations et des hypothèses.

A vrai dire, les hésitations passées s'expliquent : il a fallu abandonner certaines opinions courantes qu'on identifiait à tort avec la doctrine révélée. Du reste, grâce à l'obscurité du texte sacré et malgré les nouvelles conquêtes de l'esprit humain, la formation de l'univers, les origines de la vie et l'apparition de l'homme en ce monde restent toujours enveloppées d'un insondable mystère. Encore aujourd'hui on les explique de manières très diverses et, depuis quelques années, les essais de conciliation entre la science et la Genèse ont paru par centaines.

Après tant d'efforts, il nous a semblé intéressant de recueillir, par rapport à une question particulière, les conclusions les mieux établies et d'exposer l'état actuel de la controverse.

Plus que tout autre, le dogme de la création d'Adam et

(1) Du Cleuziou, *La Création de l'homme et les premiers âges de l'humanité*, 1887, p. 50.

d'Ève gêne l'impie. Il touche de si près au dogme de nos destinées éternelles et ne pouvait manquer de passionner davantage l'école matérialiste. On a tâché de s'entendre pour y substituer la doctrine de l'origine animale de l'Homme.

Comme M. le chanoine Duilhé de Saint-Projet, professeur à l'Institut catholique de Toulouse, le disait en 1888, au Congrès scientifique international des catholiques tenu à Paris, « Le problème anthropologique est le problème le plus vivement, le plus universellement agité à l'heure présente. Une vaste école de savants fort accrédités, suivis de nombreux et ardents disciples, semble n'avoir qu'un but : effacer les caractères irréductibles qui font de l'âme humaine une création spéciale de Dieu dans la nature, montrer l'Homme comme le dernier terme d'une évolution continue » (1).

Nous allons demander à ces savants eux-mêmes s'ils croient avoir réussi. Les aveux d'un adversaire sont mieux à l'abri de la précipitation ignorante, du parti pris, des vues étroites et intéressées ; ils dispensent souvent d'une longue et fastidieuse discussion de détail.

Au surplus, il nous semble impossible d'arriver, au moyen de données exclusivement scientifiques, à la démonstration péremptoire ou à la réfutation décisive d'une théorie anthropogénique quelconque. Nous nous bornerons donc à emprunter aux plus illustres maîtres du transformisme, aux apôtres les plus ardents de la libre pensée, l'exposé de leurs doutes au sujet de la généalogie prétendument évolutionniste de nos premiers ancêtres. Prochainement nous mettrons en regard les concessions que des écrivains bien intentionnés ont cru pouvoir faire à la nouvelle école sans compromettre la foi orthodoxe.

Dans l'état actuel des choses, tout esprit sincère en conviendra, quelques-unes de ces concessions, sages

(1) *Rapport*, t. II, p. 621.

peut-être parce qu'elles sont prévoyantes et encore purement hypothétiques, ne laisseraient pas que d'être prématurées si elles préjugeaient la question de fait.

A plus forte raison, le temps n'est pas venu de déchirer la première page de Moïse et de remplacer le dogme catholique de la création de l'Homme par le dogme matérialiste de la *descendance du Singe*.

I

L'HOMME-SINGE D'APRÈS DARWIN ET HAECKEL.

1. PORTRAIT.

L'Homme est issu d'un animal moins parfait que lui ; avec d'autres mammifères il a eu un ancêtre commun, et il est le dernier terme d'une série de types dérivés les uns des autres par des modifications successives suivant les lois bien connues du transformisme.

Telle est la conclusion capitale à laquelle Darwin arrive dans son célèbre ouvrage sur *La Descendance de l'Homme* paru en 1871. Nos ascendants immédiats n'existent plus. Ils ont disparu de la scène du monde avec une foule d'autres espèces géologiques. Mais, se basant sur certaines données d'observation, le savant anglais et d'autres après lui ont essayé de reconstituer leur physionomie dans les grandes lignes.

« Les premiers ancêtres de l'Homme, dit Darwin, étaient sans doute couverts de poils ; les deux sexes portaient la barbe ; leurs oreilles étaient pointues et mobiles ; ils avaient une queue desservie par des muscles propres. Le pied, à en juger par l'état du gros orteil dans le fœtus, devait être alors préhensile, et nos ancêtres vivaient sans doute habituellement sur les arbres, dans quelque pays

chaud, couvert de forêts. Les mâles avaient de grandes dents canines qui leur servaient d'armes formidables (1). »

L'émule de Darwin, M. Ernest Haeckel, professeur de zoologie à l'université d'Iéna, a bien voulu ajouter quelques traits à ce tableau.

Notre ancêtre avait le crâne très allongé et la face très proéminente, « des cheveux laineux, une peau noire ou brune. Son corps était revêtu de poils plus abondants que chez aucune race humaine actuelle ; ses bras étaient relativement plus longs et plus robustes ; ses jambes, au contraire, plus courtes et plus minces, sans mollets ; la station n'était chez lui qu'à demi verticale et les genoux étaient fortement fléchis ».

« L'Homme-singe vivait vraisemblablement vers la fin de l'âge tertiaire. Il provint des Anthropoïdes (l'Orang, le Gibbon, le Gorille ou le Chimpanzé) par une parfaite accoutumance à la station verticale et par une plus complète différenciation des deux paires d'extrémités. Les extrémités antérieures devinrent les mains de l'Homme, les postérieures devinrent les pieds. Quoique ces Hommes-singes fussent, non seulement par leur conformation extérieure, mais encore par le développement de leurs facultés intellectuelles, plus voisins de l'Homme véritable que tous les Anthropoïdes, il leur manquait cependant le signe vraiment caractéristique de l'Homme, le langage articulé, avec le développement de l'intelligence et de la conscience du moi qui en est inséparable (2). »

Certains partisans du darwinisme ont une puissance d'invention qu'envieraient à bon droit les favoris des muses.

Ainsi M. Abel Hovelacque (3), directeur de l'École d'anthropologie de Paris, a renchéri encore sur l'esquisse

(1) Charles Darwin, *La Descendance de l'Homme*. Trad. de J. Moulinié, 1872, t. I, p. 122. — Voir t. II, p. 408.

(2) Haeckel, *Histoire de la création*, pp. 614, 585.

(3) *Notre Ancêtre*, 2e édit., 1877.

tracée par Darwin et Haeckel. Comparant les traits correspondants chez les Singes supérieurs et les races humaines les plus inférieures, il a pris une sorte de moyenne et tracé ainsi le portrait à peu près complet de l'être qui aurait immédiatement précédé les premiers Hommes proprement dits.

Enfin un intrépide vulgarisateur bien connu, M. Camille Flammarion, a publié en gravure, dans la *Bibliothèque populaire*, la reconstitution problématique de l'Homme-singe encadrée d'une page pleine de poésie sur sa vie errante et sauvage (1).

On nous permettra de passer sur ces fantaisies soi-disant scientifiques et d'établir sans retard l'arbre généalogique de l'Homme.

2. GÉNÉALOGIE.

Il semblerait que Darwin n'a jamais eu d'idées bien arrêtées au sujet de la série de nos ancêtres. Les deux passages où il en parle dans son livre sur *La Descendance de l'Homme* sont pénibles à lire, tant la pensée est vague et le tour embarrassé. Chaque phrase trahit la lutte violente entre le savant loyal et le théoricien emporté à l'encontre des faits par les besoins d'un système arrêté d'avance.

« Les premiers ancêtres du règne vertébré dont nous retrouvions une trace indécise, dit-il, ont probablement consisté en un groupe d'animaux marins, ressemblant aux larves des Ascidiens existants. Ces animaux ont produit probablement un groupe de poissons aussi inférieurs que l'Amphioxus, et desquels ont dû se développer les Ganoïdes, le Lépidosiren, poissons qui sont certainement peu inférieurs aux amphibiens. Nous avons vu que les oiseaux et les reptiles furent autrefois étroitement réunis; et qu'aujourd'hui les Monotrèmes rattachent faiblement les mammifères aux reptiles. Mais personne ne saurait

(1) Du Cleuziou, *Op. cit.*, p. 88.

dire actuellement par quelle ligne de descendance les trois classes les plus élevées et les plus voisines, mammifères, oiseaux et reptiles, dérivent de l'une des deux classes inférieures, amphibiens et poissons. On se figure aisément chez les mammifères les degrés qui ont conduit des Monotrèmes anciens aux Marsupiaux, et de ceux-ci aux premiers ancêtres des mammifères placentaires. On arrive ainsi aux Lémuridés qu'un faible intervalle seulement sépare des Simiadés. Les Simiadés se sont alors séparés en deux grands troncs, les Singes du nouveau et ceux de l'ancien monde ; et c'est de ces derniers qu'à une époque reculée a procédé l'Homme, la merveille et la gloire de l'univers. »

Dans un autre endroit, Darwin rattache de même l'Homme à la souche catarhine des Singes du vieux monde, « quelque atteinte que puisse en ressentir notre orgueil », puis il ajoute : « Il ne faudrait pas tomber dans cette erreur de supposer que l'ancêtre primitif de toute la souche simienne, y compris l'Homme, ait été identique ou même ressemblât de près à aucun Singe existant (1). »

C'est tout.

Si l'on pouvait apprécier la valeur d'un savant d'après la facilité et l'assurance avec lesquelles il bâtit des systèmes, il faudrait mettre Haeckel bien au-dessus de Darwin.

Dès 1868, le naturaliste allemand a fait connaître, avec une précision très grande, ses vues sur nos liens de parenté avec les animaux, dans son *Histoire de la création d'après les lois naturelles.* « Notre phylogénie, observe-t-il, ne peut indiquer que les grandes lignes de l'arbre généalogique du genre humain, et elle court d'autant plus risque de s'égarer qu'*elle veut serrer de plus près les détails et faire entrer en scène les types zoologiques connus* (2). »

(1) Darwin, *La Descendance de l'Homme*, t. I, pp. 229, 214. — Voir t. II, p. 410.

(2) Haeckel, *Histoire de la création*, p. 572.

Il est facile de se convaincre que ces réserves sont peu en harmonie avec le ton habituellement si tranchant du livre. Elles n'ont pas été trouvées excessives dans le camp des transformistes. Trois années plus tard, Darwin lui-même, tout en louant les connaissances de Haeckel, dans l'introduction de *La Descendance de l'Homme,* lui emprunte à peine quelques faits d'observation sans importance. Pour les idées générales et théoriques, il renvoie aux ouvrages du professeur d'Iéna ceux qui, selon ses expressions, « veulent se rendre compte de ce que peut *un esprit ingénieux* avec la science » (1).

Si fantastique soit-elle, la généalogie de Haeckel n'a pas été remplacée. Elle représente encore aujourd'hui le plus puissant effort fait pour donner du corps aux rêveries matérialistes. C'est à ce titre que nous la parcourrons.

Les premiers ancêtres de l'Homme ont été aussi simples que possible. C'étaient — pour nous servir des termes employés par Haeckel — des organismes sans organes, des glomérules tout à fait rudimentaires, homogènes et amorphes, formés d'une matière muciforme, albuminoïde, sans structure cellulaire et sans noyaux. Ces Monères protoplasmiques naquirent *par génération spontanée* aux dépens de composés inorganiques, simples combinaisons de carbone, d'hydrogène, d'oxygène et d'azote. Elles furent la souche de tous les organismes végétaux et animaux.

Le deuxième degré ancestral est une cellule simple contenant un noyau. La nature actuelle en présente le type dans l'Amibe, comme aussi dans la cellule ovulaire de l'Homme et des animaux. Aux Amibes succèdent les Synamibes. On sait que l'œuf humain, ainsi que celui des mammifères en général, se transforme par une segmentation continue en un amas de cellules d'abord semblables

(1) *Op. cit.*, t. I, Introd., p. 5 et p. 219.

entre elles. Cette phase de l'évolution embryologique représente sûrement, d'après le naturaliste allemand, les premiers organismes pluricellulaires.

Dans les stades suivants, les cellules, d'abord semblables, présentent une différenciation de plus en plus marquée. Chez les Planéades, les cellules ciliées du tégument externe se distinguent des cellules internes non ciliées. Puis chez les Gastréades, l'amas de cellules se creuse et prend la forme d'un utricule *(gastrula)* à ouverture unique constituant la cavité digestive. Au sixième rang, les Archelminthes *(Turbellariées)*, sorte de vers inférieurs, apparaissent avec des organes distincts quoique extrêmement simples. Viennent ensuite les Scolécidés pourvus de sang et d'une vraie cavité abdominale, et après eux les Chordoniens *(vers sacciformes* se rapprochant de la larve des Ascidies) avec la corde dorsale, l'axe du squelette, située entre la moelle épinière en arrière et le canal intestinal en avant, suivant la disposition si caractéristique pour la totalité des vertébrés.

Au neuvième degré nous rencontrons l'homologue de l'*Amphioxus lanceolatus* actuel, faisant la transition entre les invertébrés et les vertébrés, remarquable par le manque de tête, de crâne et de cerveau. Des Acraniens de ce type sont sortis les Crâniotes, chez lesquels on observe la différenciation de la tête, le développement plus complet du système nerveux, la segmentation du tronc et la distinction des sexes.

Ce nouveau groupe comprend, par ordre de descendance, les Cyclostomes *(Monorhiniens)* au cerveau encore très rudimentaire, comparables à la Lamproie, les Sélaciens vraisemblablement très analogues aux Raies et aux Requins, les Dipneustes actuellement représentés par le *Ceratodus* et le *Lepidosiren*. Ces derniers poissons, ayant la respiration à la fois branchiale et pulmonaire, sont, au point de vue de l'évolution, d'un intérêt capital. Le genre *Ceratodus* se trouve dans les eaux vaseuses de l'Australie.

Lorsque les marais se dessèchent au moment des chaleurs, ces poissons s'enfoncent à plusieurs pieds au-dessous du sol, recouvrent les parois de leur trou d'une mince couche de mucus, et attendent, en respirant à l'aide de leurs poumons, que la saison des pluies vienne remplir de nouveau les marais et rétablir la respiration branchiale (1). D'après l'école évolutionniste, les Dipneustes se sont accommodés à la vie sur la terre ferme par la transformation de la vessie natatoire en poumon aérien. Ce degré généalogique introduit toute la série des ancêtres humains à respiration pulmonaire.

En effet, les Dipneustes à leur tour ont donné naissance à une lignée fort importante, à la classe des amphibiens. Avec ces amphibiens, qu'on trouve déjà dans les terrains carbonifères, apparaît la division des extrémités en cinq doigts. Celle-ci fut ensuite successivement transmise à tous les vertébrés supérieurs; elle s'explique d'ailleurs par la simple transformation des nageoires des poissons. Les Sozobranches, les plus anciens de nos ancêtres amphibies, conservaient pendant toute la vie les branchies et les poumons, tout comme l'Axolotl actuel. Les Sozoures, dont les Salamandres et les Tritons rappellent le type, ont dû s'accoutumer à respirer par des branchies seulement pendant leur jeunesse et plus tard par des poumons, car, à l'âge adulte, ils perdaient par métamorphose les branchies caractéristiques de la période d'accroissement. Haeckel place ici les Protamniotes, êtres absolument fictifs créés de toutes pièces pour les besoins de la théorie, et d'où seraient sortis, comme deux rameaux divergents, les reptiles d'un côté, les mammifères de l'autre. Est-ce commode!

« A partir du seizième degré, dit le professeur d'Iéna, nous sommes en quelque sorte chez nous. Nos ancêtres des dernières catégories appartiennent tous à la grande classe des mammifères dont nous faisons encore partie. »

(1) C. Claus, *Traité de zoologie*, p. 1267.

Nous sommes chez nous ; et, pour nous en convaincre, Haeckel nous présente ses PROMAMMALIENS, autre forme *hypothétique*, semblable aux Monotrèmes actuels, à l'Ornithorynque et à l'Échidné. Ce type supposé fut la souche commune de tous les mammifères. Des MARSUPIAUX, analogues par leur structure à la Sarigue et au Kangourou, ont fait la transition entre les Monotrèmes et les PROSIMIENS. Comparables avec les Prosimiens de nos jours, tels que le Maki ou Singe à museau de Renard, ils dérivent des Marsupiaux par la formation d'un placenta, la perte de la poche marsupiale et des os marsupiaux du bassin. Viennent ensuite les SINGES CATARHINIENS *(Monocerques)*, vrais Singes, très velus et munis d'une queue. De ceux-ci descendit, vraisemblablement à l'âge tertiaire moyen, une espèce d'ANTHROPOÏDES sans queue, disparue aujourd'hui et qui fut la souche des HOMMES-SINGES. Les *Pithécanthropes* avaient la station verticale ; ils étaient bimanes. Au commencement de l'époque quaternaire, peut-être même plus tôt, ils donnèrent naissance aux HOMMES véritables, par la transformation graduelle du cri animal en langage articulé. Le développement de la fonction du langage entraîna naturellement celui des organes qui y correspondent, du larynx et du cerveau.

« Puisque, suivant l'opinion de la plupart des linguistes les plus éminents, toutes les langues humaines ne proviennent pas d'une même langue primitive, il faut croire à une origine multiple du langage, et par suite admettre que le passage de l'Homme-singe dépourvu de la parole à l'Homme parfait doué de la parole s'est effectué en plusieurs fois (1). » Les diverses espèces humaines — Haeckel en admet douze — seraient nées isolément dans différentes parties du monde, tout en provenant, en fin de compte, d'une première souche commune (2).

(1) Haeckel, *Histoire de la création*, pp. 573-586. — *Anthropogenie oder Entwickelungsgeschichte des Menschen*, 1877, pp. 377-526.
(2) Haeckel, *Histoire de la création*, p. 594.

3. CRITIQUE DE LA GÉNÉALOGIE DE HAECKEL.

Voilà le beau système par lequel « la question séculaire de la provenance de notre propre espèce se trouverait pour la première fois résolue dans un sens scientifique » (1).

Il pose en fait, sous le nom de *monisme,* la génération spontanée, les transformations illimitées des espèces, l'enchaînement réel et continu de tous les types organisés, vivants ou éteints, la confusion de l'Homme, corps et âme, dans la série animale.

C'est l'évolutionnisme radical, illimité, universel; c'est la négation de la création et du Créateur; c'est la suppression de toute différence essentielle entre l'être raisonnable et la brute; c'est, par voie de conséquence logique et immédiate, la destruction de toute morale; c'est la pleine licence de se livrer sans mesure à tous les appétits les plus désordonnés.

Et pourtant, à entendre Haeckel dans son discours au Congrès des naturalistes allemands réunis à Munich en 1877, l'avènement de sa théorie consacre l'émancipation définitive de l'esprit humain. « L'unité de conception du monde, ou *monisme,* est le trait d'union entre les diverses sciences,... elle apparaît comme un levier de progrès et de perfectionnement;.... à titre du plus puissant moyen d'éducation, elle doit faire sentir son influence autorisée jusque dans l'école. Elle ne doit pas y entrer par tolérance, mais bien y imposer sa direction (2). »

Nous regrettons de ne pas nous sentir cet enthousiasme, car, « pour apprécier le degré de développement intellectuel de l'Homme, il n'est pas, suivant Haeckel, de meilleur étalon que l'aptitude à adopter la théorie évolutive et la philosophie monistique qui en est la conséquence » (3).

(1) Haeckel, *La Théorie de l'évolution et la philosophie naturelle,* Rev. scient., 1877, t. XX, p. 531.
(2) *Ibid.,* pp. 531-533.
(3) Haeckel, *Histoire de la création,* p. 617.

Notre solidarité avec Virchow, ce vétéran de la science allemande, nous console pourtant quelque peu de la déchéance dont le professeur d'Iéna prétend nous frapper. Observons que l'illustre professeur de l'université de Berlin est à l'abri de tout soupçon d'orthodoxie et d'ultramontanisme. Or, le discours qu'il prononça au même congrès n'est qu'une longue diatribe contre Haeckel, son trop audacieux disciple. Il fourmille de dures vérités, et fut si peu au goût du fondateur du *monisme*, qu'il provoqua une réponse violente où le professeur d'Iéna rompt définitivement en visière à son ancien maître (1).

« Quand la théorie de la descendance, avait dit Virchow, aura le caractère de certitude que M. Haeckel lui attribue, alors nous demanderons comme une nécessité qu'elle soit introduite dans l'école... (On sait) comment les choses se passent au dehors, comment la *théorie* s'exagère, comment nos propositions nous reviennent dans un état qui nous épouvante nous-mêmes... Messieurs, vous vous imaginez ce que devient la théorie de la descendance dans la tête d'un socialiste (2) ! »

Les ouvrages de Haeckel eurent un immense succès. On en devine la raison. Ce ne fut pas toujours, je pense, leur valeur scientifique. Pour preuve, l'histoire de la *monère* primordiale.

A. *La génération spontanée.*

D'après le zoologiste allemand, « tous les corps de la nature sont également *animés*, et l'opposition jadis établie entre le monde des corps vivants et celui des corps morts n'existe pas. Qu'une pierre lancée dans l'espace libre tombe sur le sol d'après des lois déterminées, que dans une

(1) Haeckel, *Les Preuves du transformisme, Réponse à Virchow*. Trad. Soury, 1879.

(2) Rev. scient., 1877, t. XX, pp. 536-537. — Dans sa *Réponse à Virchow*, Haeckel proteste (pp. 6 et 9) contre ceux qui veulent rendre la théorie de l'évolution responsable des deux attentats de Hoedel et de Nobiling contre l'empereur d'Allemagne, et des horreurs de la Commune de Paris.

solution saline un cristal se forme, ces phénomènes appartiennent tout aussi bien à la vie mécanique que la croissance ou la floraison des plantes, que la multiplication ou l'activité consciente des animaux, que la sensibilité ou l'entendement des Hommes » (1).

L'apparition de la vie en ce monde est un phénomène de même ordre que la production d'un composé minéral quelconque. La vie se serait manifestée d'abord dans une matière sans forme déterminable, sans organisation apparente, et presque sans consistance, n'accusant aucun caractère tranché dans le sens végétal ou animal, douée de sentiment et de volonté, apte à se développer et à s'organiser de diverses manières sous l'influence des agents extérieurs. Cette sorte de protoplasme, diffus à l'origine, aurait pris peu à peu la structure d'une cellule par l'apparition de noyaux et de membranes limitantes; puis la segmentation et la différenciation progressives en auraient fait naître à la longue les innombrables espèces des deux règnes.

On eût été trop heureux de pouvoir appuyer cette théorie sur quelque donnée d'observation.

En 1868, un des naturalistes les plus éminents de l'Angleterre, M. Huxley, professeur honoraire à l'École royale des mines de Londres, crut avoir découvert, parmi les objets recueillis dans les grandes profondeurs de l'océan Atlantique, un être protoplasmique, vivant, amorphe, qui tapisserait le fond de la mer sur de vastes étendues. Il y vit la forme de transition du règne minéral au règne organique, la *monère primitive* de Haeckel; il le dédia pompeusement au professeur d'Iéna sous le nom de *Bathybius Haeckelii* (2). Quelques années après, en 1879, au Congrès de l'Association Britannique tenu à Sheffield, Huxley prit la parole et dit avec humour :

(1) Haeckel, *Histoire de la création*, p. 21.

(2) Nature, 1875, t. XII, p. 316. — Haeckel, *Anthropogenie*, 1877, p. 416; *Histoire de la création*, p. 165.

« Je pensais que mon jeune ami *Bathybius* me ferait quelque honneur ; mais j'ai le regret de dire qu'avec le temps il n'a nullement gardé les promesses de son jeune âge. »

Après plus ample examen, on avait reconnu que la *monère* en question n'était qu'un précipité chimique déterminé dans l'eau de mer par l'action de l'alcool employé comme préservatif.

« Devant un tel résultat, écrivit à ce propos M. de Lapparent, ne serait-on pas excusable d'évoquer le souvenir de cet astrologue de la légende qui découvrait des animaux dans la lune, parce qu'une souris s'était introduite dans son télescope? Voilà pourtant les surprises que la science incrédule nous réserve toutes les fois que l'esprit de parti préside à ses investigations (1). »

Par égard pour l'auteur ou par esprit sectaire, on parla peu de cette méprise. En tout cas, certains matérialistes semblent ignorer encore aujourd'hui l'exécution solennelle du *Bathybius*. On les comprendrait si le fait était isolé ; mais plusieurs compagnons d'infortune sont rentrés avec lui dans le néant. Citons seulement l'*Eophyton*, le *Spirophyton* et le fameux *Eozoon canadense* (2).

D'autre part, les recherches du laboratoire n'ont fourni aucun résultat favorable à la génération spontanée (3). Faut-il rappeler ici les célèbres expériences de Pasteur, contrôlées par Schultze, Schwann, Tyndall et Milne-Edwards, confirmées ensuite par les observations de Payen, de Quatrefages, de Claude Bernard et de Dumas? Les ballons remplis d'infusions végétales ou animales qui ont servi il y a trente ans aux recherches de l'illustre

(1) De Lapparent, *Le Bathybius*, Rev. quest. scient., 1878, t. III, p. 73; — 1880, t. VII, p. 59.

(2) De Lapparent, *Traité de géologie*, 3e éd., 1893, p. 733.— Motais, *L'Origine du monde d'après la tradition*, 1888, p. xxiii.

(3) Proost, *La Doctrine des générations spontanées*, Rev. quest. scient., 1879, t. VI, p. 502.

savant ont été conservés et ne présentent encore aujourd'hui aucune trace de vie (1).

Il est vrai, ces résultats purement négatifs laissent la question ouverte au point de vue scientifique. Aussi verrons-nous remettre en thèse la *génération spontanée* avec d'autant plus de passion que les théories matérialistes modernes y sont plus intéressées. Sans en faire de reproche à personne, nous remarquerons toutefois avec Virchow « qu'il est périlleux d'exiger qu'une théorie si mal élucidée serve de base à toutes les conceptions humaines sur la vie » (2).

Si Haeckel pouvait du moins se prévaloir de l'opinion du monde savant. Mais, hélas, que de contradicteurs parmi ses amis !

C'est d'abord Darwin, qui, selon la remarque de Tyndall dans son trop fameux discours de Belfast, glisse aussi légèrement que possible sur l'origine de la vie. Le maître pensait que ce problème est réservé à une époque future encore bien éloignée, si jamais l'Homme doit parvenir à le résoudre (3).

C'est Tyndall lui-même, qui prétendait rechercher la vie au delà des limites de la démonstration expérimentale et croyait la voir se dégager de l'abîme du passé par l'opération d'un mystère insondable. Écrivant plus tard à Wallace et à Haeckel, il déclara ne pouvoir accepter la formation des premiers organismes par l'action pure et simple des forces physiques et chimiques (4).

C'est Carl Vogt, Huxley, Spencer, Littré et d'autres, qui, en face de l'impuissance de la science actuelle, en font abstraction dans leurs systèmes, tout en formulant peut-être quelques réserves pour l'avenir.

Haeckel ne redoute point les singularités. Il reconnaît

(1) De Nadaillac, *Le Problème de la vie*, 1893, p. 25.
(2) Rev. scient., 1877, t. XX, p. 540.
(3) Darwin, *La Descendance de l'Homme*, t. I, p. 36.
(4) Tyndall, *Correspondance*, pp. 502, 506.

qu'on n'a jamais vu les monères se produire dans les expériences du laboratoire, mais il ajoute que ces expériences, faites dans des conditions absolument artificielles, ne peuvent réaliser les conditions du milieu aux époques primitives (1). Il faut donc, malgré toutes les apparences contraires, maintenir la génération spontanée comme une donnée indiscutable, à la base du système monistique. Décidément, le procédé est étrange de la part d'un homme qui, pour rejeter les doctrines spiritualistes, affecte de n'admettre que des faits sensibles et des preuves palpables. Ce mélange bizarre de dogmatisme aveugle et de scepticisme illogique prouverait à lui seul que les évolutionnistes exagérés sont à la merci d'influences extra-scientifiques. On ne le niera pas du reste : nous avons les aveux du maître.

« Si l'on rejette l'hypothèse de la génération spontanée, dit Haeckel, force est alors d'avoir recours au miracle d'une création surnaturelle... Supposer qu'en ce seul point de l'évolution régulière de la matière le créateur soit intervenu capricieusement, quand d'ailleurs tout marche sans sa coopération, c'est là, il me semble, une hypothèse aussi peu satisfaisante pour le cœur du croyant que pour la raison du savant (2). »

Le sectaire d'Iéna tranche les questions en impressionniste. Il oublie qu'il ne suffit pas de simuler une conviction pour convaincre les autres et étouffer toute critique scientifique.

Voulant éluder la difficulté, sir William Thompson et d'autres ont prétendu que le premier germe de vie fut apporté parmi les débris d'une vieille planète peuplée et fécondée par un bolide tombé du ciel (3). Déjà le professeur Richter de Dresde avait émis l'hypothèse que la vie avait toujours existé dans l'univers et qu'elle avait pu

(1) Haeckel, *Histoire de la création*, p. 301.
(2) *Ibid.*, p. 307.
(3) Van Tieghem, *Traité de botanique*, 1884, p. 981.

être semée de planète en planète par germes microscopiques. Mais comment nous expliquera-t-il la conservation des germes dans un voyage si rapide à travers l'espace, malgré l'échauffement du météorite à son entrée dans notre atmosphère ? Comment expliquera-t-il surtout l'apparition de la vie sur la planète chargée de nous la transmettre ?

Il est de mode aujourd'hui, chez une certaine classe d'écrivains, de se persuader qu'une question reculée est une question résolue. Hypothèses pour hypothèses, nous préférons celles qui ne nient point Dieu. Au reste, qu'on admette l'apparition spontanée de la vie, les athées n'ont pas de quoi se montrer satisfaits. Ils trouvent encore le Créateur à l'origine de toutes choses.

M. Wolf, de l'Institut, astronome à l'observatoire de Paris, dit dans un de ses ouvrages :

« La première partie du problème cosmogonique — quelle est la matière primitive du chaos et comment a-t-elle donné naissance aux étoiles — reste encore aujourd'hui dans le domaine du roman et de l'imagination (1). »

M. Faye est encore plus explicite. Personne ne contestera en cette matière la compétence de l'émule de Laplace.

« On a beau dire que l'univers est une série indéfinie de transformations, que ce que nous voyons résulte logiquement d'un état antérieur, et ainsi de suite dans le passé comme dans l'avenir : nous ne voyons pas comment un état antérieur aurait pu aboutir à l'immense diffusion de la matière, au chaos d'où est certainement sorti l'état actuel. Il faut donc ici débuter par une hypothèse et demander à Dieu, comme le fait Descartes, la matière disséminée et les forces qui la régissent (2). »

(1) Wolf, *Hypothèses cosmogoniques*, 1886, p. 5.
(2) Faye, *Sur l'origine du monde*, 2e éd., 1885, p. 287.

B. *L'enchaînement des espèces.*

Avançons et, supposant accompli le passage de la matière inerte à la matière organisée, examinons quel a dû être le développement ultérieur de la vie. Peut-on raisonnablement admettre la genèse de nos ancêtres telle que la trace l'arbre généologique de Haeckel?

Un matérialiste libre penseur bien connu, M. Carl Vogt, nous l'apprendra en peu de mots. Tout en restant partisan décidé sinon convaincu (1) de la descendance animale de l'Homme, le professeur de l'université de Genève n'a jamais cessé de dénoncer loyalement les difficultés qu'elle soulève, au point de mutiler d'abord et de retirer finalement son propre système.

« Depuis la monère primitive, dit-il, jusqu'à l'Homme parlant, toutes les étapes sont déterminées par induction, comptées au nombre de vingt à vingt-deux, et toutes ces phases placées dans les âges géologiques correspondants. Rien n'y manque. Malheureusement, cet arbre si complet, si bien agencé, montre un seul petit défaut, semblable à celui du cheval de Roland : la réalité lui fait complètement défaut, comme la vie au cheval du paladin. Tous les échelons sont constitués par des êtres imaginaires dont on n'a jamais trouvé de traces, mais qui néanmoins doivent être considérés comme entièrement réels. Si on ne les a pas trouvés, on les trouvera plus tard, ou bien ils étaient constitués de manière à ne pouvoir se conserver dans les couches de la terre (2). »

Cette appréciation générale, le professeur genevois la justifie par une savante discussion de détail (3). A la suite

(1) « Jamais, dit Vogt dans ses *Leçons sur l'Homme* (p. 598), jamais ce créateur n'a pu m'entrer dans l'esprit; mais ne sachant rien de mieux à mettre à sa place, je dois avouer franchement ne rien savoir sur cette question. » Cette phrase trahit à la fois le sectaire impie et le savant loyal.

(2) Vogt, *L'Origine de l'Homme*, Rev. scient., 1877, t. XIX, p. 1058.

(3) *Ibid.*, pp. 1083 1090.— Voir : Vogt, *Dogmes dans la science*, Rev. scient., 1891, t. XLVII, p. 647.

des travaux de MM. Alphonse Milne-Edwards et Alfred Grandidier, Vogt rejette les Prosimiens en dehors de la série. Il se refuse à reconnaître, comme souches des Marsupiaux, les Protamniotes et les Promammaliens *supposés* du commencement de l'âge secondaire ; avec le savant anglais sir Owen, il se sent porté à rattacher les mammifères aux reptiles plutôt qu'aux amphibiens, ce qui le dispenserait de recourir à des poissons hypothétiques ; il révoque en doute les liens de parenté des vertébrés inférieurs avec les Ascidies. Bref, il y a dissentiment pour la généalogie complète des vertébrés. Quant aux ancêtres invertébrés de l'Homme, leurs corps mous n'ont point laissé de débris fossiles ; la paléontologie est muette à leur sujet, et les recherches anatomiques et embryogéniques sur les espèces actuelles laissent la question d'origine absolument indécise.

Moins hostile à l'idée générale de la généalogie haeckelienne, Huxley propose cependant à son ami d'outre-Rhin des modifications nombreuses et importantes. Sur un point surtout, la conception des temps géologiques, le désaccord est absolu. Pour expliquer les changements brusques de la faune entre certaines formations successives, et justifier l'introduction de types intermédiaires inconnus dans la série de nos ancêtres, Haeckel admet de grands intervalles de temps entre le dépôt des diverses couches, correspondant à autant d'époques d'émersion des continents, et dont il ne nous reste guère de documents organiques. Son éminent contradicteur déclare ces *antépériodes* invraisemblables et les attribue à l'influence obscurcissante de superstitions géologiques (1).

Bien des critiques sont venues d'ailleurs (2) ; nous n'en citerons qu'une.

D'après Haeckel, les Monorhiniens du dixième degré,

(1) Huxley, *Les Problèmes de la géologie et de la paléontologie*, 1892, pp. 125-128, 116-119.

(2) Proost, *Les Naturalistes philosophes*, Rev. quest. scient., 1879, t. VI, p. 166.

représentés de nos jours par les Cyclostomes, Myxinoïdes et Lamproies, seraient nés des Acrâniens du type de l'*Amphioxus lanceolatus* par le *perfectionnement graduel* dû à l'adaptation et à la lutte pour l'existence. Or, voici que M. Dohrn a proposé tout récemment une descendance tout opposée. A son sens, l'Amphioxus et les Cyclostomes, vertébrés *dégénérés*, auraient, *par adaptation régressive*, perdu les membres, la tête et tous les détails d'organisation qui caractérisent les autres vertébrés.

« Cette manière de voir que je partage, dit Carl Vogt, gagne tous les jours des adhérents, à mesure que les recherches s'approfondissent. Elle renverse les propositions de Haeckel de fond en comble. Les Cyclostomes et l'Amphioxus deviennent en effet, suivant cette manière de voir, des produits d'un temps relativement moderne, engendrés par la dégénérescence successive de vertébrés d'abord plus hautement organisés (1). »

Les contradictions vont donc si loin que les rapports de certaines séries d'animaux sont compris en sens inverse par des naturalistes également compétents, l'un prenant pour les formes ancestrales celles que l'autre considère comme des formes dérivées et réciproquement.

S'il en est ainsi, Vogt n'a pas exagéré en disant que l'arbre généalogique de Haeckel ressemble à s'y méprendre aux ifs capricieusement taillés dont Le Nôtre et ses successeurs ornaient les jardins.

Le rapprochement est plus qu'une charge grotesque. Dans la méthode haeckélienne, ne faut-il pas que tout cadre avec un plan dressé d'avance ? Au besoin on corrige les types existants, on force les analogies ou les différences, on traite d'anormales les observations contraires à la théorie, on fait un choix absolument arbitraire parmi les phénomènes recueillis, on reconstruit « en imagina-

(1) Vogt, *Dogmes dans la science*, Rev. scient., 1891, t. XLVII, p. 550.

tion » des formes intermédiaires telles que le système les exige et, pour tout justifier, on invoque des découvertes possibles, des lois supposées, des causes inconnues.

Il serait difficile de pousser plus loin le mépris des faits.

Aussi Haeckel a été définitivement jugé.

Sa *Réponse à Virchow,* datée de 1879, nous en fournit la preuve dans un aveu charmant :

« Personne, dit-il, ne m'a encore reproché de n'avoir été doué par notre mère Nature que de peu d'imagination ; au contraire, on m'a souvent fait un crime d'avoir reçu en excès ce don du ciel (1). »

Malheureusement, il y a bien d'autres griefs à sa charge.

L'illustre de Quatrefages, toujours si réservé, lui reprochait sa manie d'en appeler à l'inconnu et d'emprunter des arguments à son ignorance même ; il lui reprochait sa tendance à n'écouter que la fantaisie et à présenter comme démontrés des résultats purement fictifs ; il lui reprochait la solidarité qu'il s'efforçait d'établir entre ses doctrines philosophiques et le transformisme ; il lui reprochait ses polémiques personnelles, son emportement et l'intolérance de ses prétentions ; il lui reprochait ses déclarations hautaines, ses assertions si hardiment avancées et ses mots séduisants, qui ne pouvaient manquer de fasciner certains esprits et d'égarer surtout la jeunesse (2).

Claparède, le naturaliste genevois et l'ami personnel de Haeckel, le traitait d'*enfant terrible de la doctrine darwinienne.* Malgré son zèle pour le transformisme, il écrivait dès 1870 au sujet des exagérations de la nouvelle école :

« On voit aujourd'hui *certain* naturaliste reconstruire, sans sourciller, tout l'arbre généalogique de la première espèce venue, à travers toutes les époques géologiques ; il le dessine avec autant de netteté et de coquetterie que

(1) Haeckel, *Les Preuves du transformisme,* p. 58.
(2) De Quatrefages, *Les Émules de Darwin,* t. II, pp. 83, 131 ; t. I, pp. 7, 8.

celui d'un hobereau prussien. Puis vient un rival dont la sélection raisonnée se prononce en faveur d'une veine de sélection toute différente, et qui esquisse pour la même espèce une généalogie tout autre. Chacun parle avec une autorité égale et tellement accentuée, qu'on a déjà surnommé l'un des ouvrages les plus importants publiés en Allemagne sur la théorie du transformisme, la *Bible du darwinisme* (1). »

Darwin écrivit un jour à Haeckel « que son audace le faisait parfois trembler » (2).

Au Congrès de Munich en 1877, Virchow, prenant à partie les prétentions ridicules de son trop fougueux disciple au sujet du rôle du *monisme* dans l'enseignement : « Tous tant que nous sommes, dit-il, nous sommes sur certains points des demi-savants... Nous ne possédons que des fragments de la science de la nature; aucun de nous ici ne peut avoir des titres égaux à représenter tous les ordres de la connaissance... Nous devons limiter de la manière la plus stricte la portée de nos théorèmes au domaine sur lequel nous avons effectivement pu les vérifier (3). »

Voici enfin en quels termes Huxley conclut sa critique des « spéculations » du professeur Haeckel sur la généalogie des formes animales : « Que l'on soit de son avis ou non, on sent qu'il a poussé l'esprit dans un ordre d'idées où il vaut encore mieux s'égarer que de rester immobile (4). »

Cette réflexion est ironique et paradoxale. Elle n'en prouve pas moins que Huxley avait saisi le vrai caractère de la lutte engagée par Haeckel.

Le professeur d'Iéna, toute sa carrière l'atteste, n'avait

(1) Il s'agit de la *Morphologie générale des organismes* de Haeckel. — Claparède, *La sélection naturelle*, Revue des cours scientif., 1870, p. 564.

(2) *Vie et correspondance de Charles Darwin*. Trad. de Varigny, 1888, p. 420.

(3) Virchow, *La Liberté de la science dans l'État moderne*, Rev. scient., 1877, t. XX, pp. 537, 539.

(4) Huxley, *Les Problèmes de la géologie*, p. 122.

qu'une ambition : se faire un nom par ses attaques passionnées contre le catholicisme. Que lui importait, dans cette voie, de faire quelques écarts, fût-ce aux dépens du progrès et de la vérité? L'opinion s'occupait de lui et les matérialistes lui tressaient des couronnes. Honneurs éphémères, hélas! Aujourd'hui la faveur l'abandonne sans retour. Les transformistes sérieux ne lui pardonneront jamais d'avoir compromis les doctrines de l'école par ses excentricités scientifiques.

II

L'HOMME-SINGE ET LA PALÉONTOLOGIE.

1. L'ENCHAÎNEMENT DES FOSSILES ET L'ÉVOLUTION.

L'échec infligé aux théories de Haeckel n'a guère refroidi l'ardeur des darwinistes. Rejetant tout système établi *à priori,* plusieurs d'entre eux cherchent à prendre position sur le terrain de l'observation et de l'expérience, au moyen d'armes empruntées à la paléontologie, à l'anatomie et à la physiologie comparées. Leurs batteries sont bien mal abritées contre le feu de la critique ; elles ne sauraient faire respecter le point culminant de la doctrine, l'origine animale de l'Homme.

On sait que les diverses couches géologiques recèlent par quantités immenses les débris plus ou moins informes d'organismes contemporains des sédiments qui les renferment. Ce sont des ossements, des coquillages, de simples empreintes.

Jusqu'à la fin du siècle dernier, on les regardait comme des jeux de la nature. D'aucuns y reconnurent les traces authentiques du déluge de Moïse. On le comprend, Voltaire ne pouvait se rallier à cette dernière hypothèse. Pour lui, les coquilles des mollusques et les arêtes pétrifiées des

poissons étaient des restes de repas abandonnés dans les montagnes par les pèlerins et les voyageurs (1).

Cuvier a fait revivre, en quelque sorte, ces précieux témoins d'un autre âge. Bientôt il fut établi que la distribution des fossiles, loin d'être fortuite, est soumise à certaines lois. *En général*, les formes se succèdent de bas en haut dans les terrains suivant l'ordre de perfection croissante. Les plus simples ont vécu d'abord et fait place ensuite à des organismes plus compliqués.

Ces faits de développement progressif de la faune paléontologique sont, aux yeux de Darwin et de ses partisans, une preuve de l'évolution naturelle des espèces. A les entendre, les animaux fossiles sont les ancêtres des animaux actuels, et ceux-ci proviennent de ceux-là par voie de descendance, grâce à des modifications lentes mais profondes.

« Chaque fossile, dit Huxley, prenant une place intermédiaire entre les formes de vie déjà connues, peut être compté, en tant qu'intermédiaire, comme une preuve de l'évolution, parce qu'il montre la route par laquelle il se peut que l'évolution se soit opérée. Mais la simple découverte d'une telle forme ne peut, en soi, prouver que l'évolution se soit produite par elle et à travers elle, et elle ne constitue rien de plus qu'une présomption en faveur de l'évolution en général (1). »

Cependant, si plusieurs formes paraissent être des étapes successives d'une modification de même sens, et si elles se rencontrent par ordre dans des dépôts de plus en plus récents, les transformistes les prennent sans hésiter pour les différents anneaux d'une même chaîne généalogique. Pour eux, les formes les plus parfaites sont issues des formes inférieures.

En bonne logique, l'induction ne tient point. Carl Vogt la précise et l'explique.

(1) Voltaire, *Physique*, chap. xv : *Singularités de la nature*. Édit. Lefèvre, Paris, 1818, t. XIX, p. 369.

(2) Huxley, *Les Problèmes de la géologie*, p. 218.

« Il est indubitable, dit-il, que nous ne pourrons jamais prouver par des faits qu'une espèce quelconque descend d'une autre espèce ayant vécu dans un temps précédent, pas plus que nous ne pourrons prouver, *par des faits palpables*, qu'un lièvre que nous tuons à la chasse doit nécessairement descendre d'un autre lièvre plus âgé. Dans l'un comme dans l'autre cas, ce ne sont que des probabilités, mais qui deviennent pour nous des certitudes, dès que les faits observés ne permettent absolument aucune autre explication (1). »

Énoncé de cette façon, le principe est incontestable. Tout le monde en convient, mais c'est dans l'application que les avis se partagent. Quoi qu'il en soit, — Haeckel, Huxley, Vogt et Virchow le déclarent à l'envi — la descendance en série ininterrompue des organismes actuels d'autres organismes ayant vécu précédemment est un *postulat* logique pour tous ceux qui n'admettent pas des actes créateurs particuliers pour les espèces.

Parlant un jour de la curieuse distribution géographique des mammifères durant les dernières périodes géologiques, Huxley prononça cette phrase, qui serait significative si elle ne trahissait les préjugés d'école, le parti pris violent et haineux :

« Il est concevable que chaque espèce... ait été créée séparément avec de la boue ou de rien par une puissance surnaturelle ; mais tant que je n'aurai pas reçu la preuve décisive de ce fait, je me refuse à courir le risque d'insulter un homme doué de raison en supposant qu'il envisage sérieusement cette idée (2). »

Tel est le langage de tous les libres penseurs matérialistes.

On devine avec quelle ardeur ils ont essayé de rattacher toutes les formes connues à une même origine. Le problème est passionnant, en effet, et tant s'en faut que les

(1) Vogt, *Les Dogmes dans la science*, Rev. scient., 1891, t. XLVII, p. 647.
(2) Huxley, *Op. cit.*, p. 243.

savants spiritualistes s'en soient désintéressés. Plusieurs d'entre eux, favorables à un transformisme limité, ont consacré une longue carrière à ces recherches ingrates. Bien des enchaînements *morphologiques* se sont révélés, grâce surtout aux travaux de M. Albert Gaudry et de M. le marquis de Saporta (1). Nous ne pouvons les signaler ici. Arrêtons-nous toutefois un instant à la série classique et bien connue des Chevaux européens préhistoriques.

Entre le commencement de l'époque tertiaire et les temps actuels, le groupe des Équidés a été représenté par une série de formes qui semblent rattacher les Chevaux actuels aux Pachydermes imparidigités plus anciens.

L'*Hyracotherium (Eohippus)* de l'éocène inférieur, le premier animal connu du groupe des Chevaux, possédait quatre doigts complets aux pieds de devant et trois doigts aux pieds de derrière. Le dernier, au contraire, l'*Equus* actuel, n'a qu'un seul doigt complet à chaque pied; les autres doigts sont représentés par des rudiments plus ou moins atrophiés. Chez le premier, les dents canines sont toutes présentes; les molaires à courte couronne et à racines développées de bonne heure portent un dessin très simple. Chez le dernier, les prémolaires restent petites; les vraies molaires, à couronne courte et à racines tardivement développées, présentent un dessin très capricieux; les canines ont plus ou moins complètement disparu chez la femelle. Les Équidés des époques intermédiaires ont des caractères de passage. Des plus anciens aux plus récents, les plis de l'émail des molaires se compliquent, tandis que les extrémités des membres se simplifient tout en devenant plus solides. Le *Palaeotherium (Mesohippus)* de l'éocène supérieur n'a plus, aux pieds de devant, que trois doigts égaux et un rudiment du quatrième. Chez l'*Anchitherium (Miohippus)* du mio-

(1) Jean d'Estienne, *Les Étapes du règne végétal*, Rev. quest. scient., 1879, t. VI, p. 454. — Voir Gaudry, *Les Enchaînements du monde animal*, 3 vol., Paris, Savy, 1878-1890.

cène moyen, le doigt médian prend une grande importance; mais les doigts latéraux, quoique plus minces, touchent encore le sol; chez l'*Hipparion* du miocène supérieur, le doigt médian s'appuie seul, les deux doigts latéraux sont courts et réduits. Enfin, chez le *Cheval* du pliocène, il y a un doigt unique très fort, mais sous la peau se trouvent deux baguettes osseuses, restes des doigts latéraux de ses ancêtres supposés.

En Amérique, on a trouvé une lignée concordante avec celle d'Europe. Les termes de transition sont même plus nombreux : les paléontologistes en distinguent jusqu'à dix.

Les partisans de l'évolution progressive ne manquent pas d'observer que, parmi les ossements d'Hipparion recueillis dans le seul gîte de Pikermi en Grèce et répartis par M. Gaudry entre quatre-vingts individus, les différences de taille et les variations de forme sont telles qu'au premier abord il est difficile d'attribuer tous les individus à la même espèce; et cependant, lorsqu'on réunit un grand nombre d'os, il devient impossible de tracer entre eux une ligne de démarcation nette.

Mais, on ne peut le méconnaître, ce dernier fait et d'autres analogues se dérobent à la théorie qu'on veut y asseoir. Ils permettent tout aussi bien de supposer qu'un grand nombre de formes organiques, réputées caractéristiques d'autant d'espèces distinctes et inscrites dans nos catalogues sous des noms différents, ne sont en réalité que des *particularités de race*. En d'autres mots, beaucoup d'espèces *nominales* ne seraient pour le physiologiste que des variétés devenues plus ou moins constantes.

Malgré ces réserves, la théorie transformiste appliquée aux fossiles garde toujours son caractère essentiellement séduisant, et nous ne doutons point que l'hypothèse de l'origine indépendante des espèces ne perdît encore des partisans, si les couches sédimentaires du globe offraient en grand nombre, et pour les différents degrés de l'échelle

animale, des séries bien authentiques semblables à celle des Chevaux préhistoriques.

Malheureusement il n'en est pas ainsi. M. Gaudry ne se le cache pas dans la conclusion de sa magistrale étude sur *Les Enchaînements du monde animal:* « En réunissant les matériaux de cet ouvrage, dit-il, je me suis convaincu des innombrables lacunes que nous rencontrons, lorsque nous cherchons à établir d'une manière rigoureuse les filiations des êtres anciens (1). »

Dès lors, pour généraliser le principe du développement progressif des espèces zoologiques, il faut admettre qu'une infinité de types intermédiaires ont été détruits et que *les découvertes paléontologiques faites jusqu'à présent ne sont rien à côté de celles que l'avenir nous réserve.* La réflexion est du célèbre géologue sir Charles Lyell, l'un des plus fermes soutiens des théories darwinistes (2). On la retrouve naturellement dans toutes les apologies du transformisme. Personne ne saurait dire à présent jusqu'à quel point elle est fondée. Lyell calculait que l'étendue totale sur laquelle nos explorations ont porté ne dépassait pas la quatre centième partie de la superficie totale du globe. Admettons que ce chiffre soit forcé et que nos connaissances se soient considérablement accrues ces dernières années, il reste encore de quoi stimuler les recherches.

Difficulté plus grave : si les variations relativement faibles des Équidés ont exigé, pour s'accomplir, toute la durée de l'époque tertiaire, les différences profondes entre les diverses classes des animaux fossiles et les ancêtres que les transformistes leur assignent supposent l'existence des vertébrés bien avant l'époque où leurs restes sont enregistrés pour la première fois.

« S'il y a quelque chose de vrai dans la théorie évolutionniste, a dit Huxley, chaque classe doit être *infiniment*

(1) *Op. cit.*, t. III, *Mammifères tertiaires*, p. 245.
(2) Lyell, *L'Ancienneté de l'Homme*, trad. de Chaper, 1860, p. 430.

plus ancienne que les individus les plus anciens qu'on puisse signaler sur la surface terrestre (1). »

Nous ne prétendons pas trancher la question ; mais il nous répugne d'accumuler ainsi les hypothèses. Au reste, le bilan général des observations autorise bien quelque défiance vis-à-vis de la doctrine évolutionniste.

« La vie, dit M. de Lapparent dans la troisième édition de son *Traité de géologie,* la vie a pris possession du globe, non à ce qu'il semble d'une façon progressive et par une lente évolution d'organismes inférieurs, mais, autant qu'on en puisse juger, par l'apparition presque immédiate de types possédant toute la perfection que comportaient les circonstances ambiantes... »

« Loin que les premières éclosions de familles nouvelles se fassent par des types incomplets ou atrophiés, *elles ont eu lieu*, au contraire, *par des genres physiologiquement très élevés* et où la taille des individus est souvent supérieure à ce qu'elle sera dans l'avenir. Tel est le cas des Paradoxides ; tel est aussi celui des Orthocères et des Céphalopodes enroulés de la faune troisième. *Ces faits ne sont d'ailleurs pas particuliers aux temps siluriens;* plus d'une fois ils se reproduisent dans l'histoire du globe, et il est impossible de n'en pas tenir grand compte dans l'appréciation des lois qui règlent le développement de la série organique (2). »

2. L'HOMME ET LES SINGES FOSSILES.

L'Homme du moins, objectera-t-on, ne peut être séparé du groupe des Singes fossiles. Or, si l'on connaît la succession et l'enchaînement des formes dans une partie assez importante du règne animal, dans la plus parfaite et la dernière venue surtout, ne sera-t-il pas légitime de conclure, par analogie, que cette succession et cet enchaîne-

(1) Huxley, *Les Problèmes de la géologie*, p. 234.
(2) De Lapparent, *Traité de géologie*, 3e édit , 1893, pp. 1594. 754.

ment existent pour d'autres groupes moins connus? Le chapitre final ne donne-t-il pas d'ordinaire une excellente idée du contenu d'un ouvrage?

Ici encore nous fermerons les yeux sur la légitimité de cette induction que plus d'un logicien trouverait un peu risquée. Les intérêts de la vérité n'en souffriront point.

Il s'agit donc de savoir si la géologie permet d'admettre que l'Homme a été engendré dans l'ancien monde par une forme éteinte et inconnue de la famille des Singes.

Pour résoudre ce problème délicat, nous sommes obligé de recourir aux lumières de M. de Mortillet, l'un des chefs reconnus du matérialisme français et professeur à l'École d'anthropologie de Paris. Son livre sur *Le Préhistorique et l'antiquité de l'Homme*, paru en 1883, est plein de révélations surprenantes.

« Il est maintenant établi d'une manière certaine, dit-il, que dans les terrains tertiaires existaient des êtres assez intelligents pour faire du feu, tailler des silex et des quartzites.

» Quels étaient ces êtres?

» C'étaient des Hommes, a-t-on répondu tout d'abord. Il n'y a que l'Homme suffisamment intelligent pour accomplir des actes pareils.

» Les lois de la paléontologie ne permettent pas d'accepter cette réponse...

» Depuis le dépôt de la couche à silex taillés la plus ancienne, la faune mammalogique a changé au moins quatre fois complètement, et les variations suffisent pour caractériser des genres différents.

» L'Homme seul serait resté invariable, lui qui se place à la tête des animaux et dont l'organisme est le plus compliqué? Ce serait contraire à toutes les lois... et il n'est pas possible de réclamer pour l'Homme une exception aux lois générales. Il suffit de jeter un simple coup d'œil sur les populations actuelles des diverses régions du globe pour reconnaître que l'Homme varie tout autant et plus que les autres animaux.

» Nous savons aussi d'une manière positive que l'Homme a varié dans les temps géologiques. En effet, l'Homme quaternaire ancien n'était pas le même que l'Homme actuel, que l'Homme qui lui a succédé du temps des cavernes, comme le prouvent les crânes de Néanderthal, d'Eguisheim, de Denise, de Canstadt et la mâchoire de la Naulette. La différence au commencement du quaternaire est déjà si grande qu'on a parfois hésité si l'on rapporterait bien à l'Homme les débris que je viens de citer. Nous sommes donc forcément conduits à admettre, par une déduction logique tirée de l'observation directe des faits, que les animaux intelligents qui savaient faire du feu et tailler des pierres à l'époque tertiaire n'étaient pas des Hommes dans l'acception géologique et paléontologique du mot, mais des animaux d'un autre genre, des *précurseurs de l'Homme* dans l'échelle des êtres, précurseurs auxquels j'ai donné (1) le nom d'*Anthropopithecus*.

» Ainsi, par le seul raisonnement solidement appuyé sur des observations précises, nous sommes arrivés à découvrir d'une manière certaine un être intermédiaire entre les Anthropoïdes actuels et l'Homme. Cela rappelle Leverrier découvrant sans instrument, rien que par le calcul, une planète. Cela rappelle les linguistes découvrant aussi les Aryens rien que par des données de linguistique... (2). »

Comment ne pas sourire à la lecture de cette page, à la fois si naïve et si prétentieuse, où M. de Mortillet semble se décerner d'avance les honneurs du Panthéon et demander une place à côté de Voltaire et de Renan?

Le vrai mérite est plus modeste. Aussi bien, dix ans ont suffi pour anéantir ce bel échafaudage d'affirmations gratuites et de grossiers sophismes. Et pourtant, le professeur de l'École d'anthropologie, dans les premières pages de son livre, posait en réformateur des études préhistoriques!

(1) Revue d'anthropologie, 15 janv. 1879, p. 117.
(2) De Mortillet, *Le Préhistorique*, p. 102.

D'après lui, « la paléoethnologie sérieuse doit être étudiée avec un esprit libre de toute idée préconçue... Il faut tout baser sur l'observation directe des faits, et il importe d'étudier ces faits avec la critique la plus sévère. C'est, malheureusement, ce qui n'a jamais eu lieu jusqu'à présent » (1).

Voyons si la méthode de M. de Mortillet tranche si fort sur celle de ses devanciers.

C'est en 1867, au Congrès d'anthropologie tenu à Paris, que l'abbé Bourgeois, le savant directeur du Collège de Pontlevoy, annonça la première découverte de l'Homme à l'époque tertiaire. Non loin de Thenay, petit village du département de Loir-et-Cher, il avait trouvé dès 1862 dans une marne miocène un certain nombre de silex qu'il croyait taillés par l'Homme ou craquelés par le feu allumé de ses mains (2).

Ce fut un événement dans le monde scientifique. Les archéologues se partagèrent en deux camps, et à diverses reprises la question de l'Homme tertiaire fut vivement discutée dans les congrès des savants européens. Ne pouvant résumer ici ces longs débats, nous nous contenterons de citer les conclusions de M. Gaudry, membre de l'Institut et professeur de paléontologie au Muséum. Partant de l'observation pure, ce savant admet la formation successive des espèces animales par voie de descendance et de transmutation.

L'abbé Bourgeois, dit-il, « a trouvé des silex qu'il regarde comme ayant été taillés par un être plus intelligent que les animaux actuels, et son opinion a été partagée par des anthropologistes très habiles, parmi lesquels je citerai MM. le marquis de Vibraye, Vorsae, de Mortillet, de Quatrefages et Hamy..... Il est incontestable que le limon à cailloux noirs, où se trouvent les silex con-

(1) De Mortillet, *Le Préhistorique*, p. 33.

(2) Bourgeois, *La Question de l'Homme tertiaire*, Rev. quest. scient., 1877, t. II, p. 561. — Voir 1879, t. V, p. 34; 1889, t. XXV, p. 5.

sidérés comme taillés, repose régulièrement sous l'étage du calcaire de Beauce. Du reste, M. l'abbé Bourgeois est un trop habile géologue pour qu'on ait mis en doute l'exactitude de ses déterminations stratigraphiques. Toute la question est de savoir si les silex ont été taillés. Ils sont enfouis dans une couche de silex roulés, et il me semble que, si on met à côté les uns des autres un grand nombre de ces silex, peu de personnes parviendront à établir, avec une lucidité qui ne laisse aucun doute dans leur esprit, une limite entre le silex regardé comme taillé et celui qui ne l'est pas. Lorsqu'il s'agit d'instruments humains, je suis disposé à avoir plus de confiance dans les appréciations des savants qui en ont fait une étude tout à fait spéciale que dans mon propre jugement. Cependant, devant l'annonce d'un fait aussi important que celui d'un tailleur de cailloux à l'époque du miocène moyen, j'aimerais à voir des preuves que tous les géologues pussent apprécier sans aucune hésitation » (1).

D'après de récentes recherches de MM. d'Ault du Mesnil et Daleau, les silex craquelés esquillés et décortiqués se rencontrent à Thenay dans les couches éocènes non remaniées *bien plus anciennes* que les couches fouillées par l'abbé Bourgeois. De son côté, M. Arcelin a trouvé dans les argiles éocènes du Mâconnais de nombreux silex en tous points comparables à ceux de Thenay. Or, dès le début du tertiaire, il ne saurait, d'après la plupart des géologues, être question ni de l'Homme, ni même de l'Anthropopithèque. Du reste, des observations nettes et nombreuses permettent d'attribuer la pseudo-taille des silex à l'action de diverses causes naturelles (2).

On admet généralement aujourd'hui que les autres découvertes tant vantées d'ossements humains tertiaires

(1) Gaudry, *Les Enchaînements du monde animal*, t. III, 1878, p. 238.

(2) Matériaux pour l'histoire de l'Homme, juin et sept. 1885, pp. 241, 385. —Rev. quest. scient., 1885, t. XVII, p. 266; t. XVIII, p. 280; 1889, t. XXV, p. 30; 1893, t. XXXIII, p. 135; t. XXXIV, p. 379.

ou de traces laissées par un être intelligent tertiaire sur des silex, sur des os ou des dents d'animaux, ne sont pas plus concluantes (1). Pour se donner du crédit et mieux en imposer ensuite au lecteur crédule, M. de Mortillet réfute celles qui sont antérieures à 1883, malgré le parti que des écrivains peu scrupuleux prétendaient en tirer en faveur de notre descendance simienne, et cela avec une logique impitoyable dont il aurait bien fait de ne jamais se départir. Les deux trouvailles qu'il veut maintenir comme authentiques, outre celle de Thenay, ne supportent plus l'examen. Depuis des années, son *Anthropopithecus Ramesii* d'Aurillac et son *Anthropopithecus Ribeiroi* du Portugal ont été relégués dans le monde des chimères. Nous doutons fort que M. de Mortillet, dans son nouveau livre sur *L'Origine de l'Homme* qui est sous presse, essaie de les en faire revenir (2).

(1) Rev. quest. scient., 1889, t. XXV, p. 14.

(2) *Le caractère absolument humain* et *la capacité au moins normale* des crânes quaternaires les plus anciens forcent les transformistes de rejeter les origines de notre espèce dans un passé bien antérieur au mammouth. Le parti pris mal dissimulé de M. de Mortillet nous permet bien de supposer qu'il n'a pas une foi très robuste à la réalité de l'Homme tertiaire. Soyons juste pourtant : si le *créateur* de l'Anthropopithèque n'apporte point en faveur de la taille intentionnelle des silex de Thenay les arguments solides qu'il semble exiger ailleurs, il répond au moins d'une manière péremptoire aux difficultés de ses adversaires. Un fait, à titre d'exemple.

Interrogé par M. d'Acy sur l'usage auquel devaient servir, entre les pattes de son Anthropopithèque, les silex de Thenay, ces éclats de petite dimension et sans forme précise, M. de Mortillet répondit : « Je n'en sais rien, n'étant pas dans le même milieu et n'ayant pas les mêmes besoins que l'animal qui les a taillés. Pourtant je vais vous soumettre une explication qui, si elle n'est pas absolument vraie, n'en est pas moins possible et même vraisemblable. Cette explication n'est pas de moi. Elle m'a été suggérée par un de mes collègues, M. Nicole. Les silex retouchés de Thenay sont généralement des grattoirs et des pointes. Comme le fait très bien remarquer M. d'Acy, ces grattoirs ne devaient pas servir à gratter des peaux pour les assouplir, et les perçoirs à les trouer pour faire des boutonnières. A l'époque miocène, il faisait assez chaud pour que l'animal intelligent qui fabriquait des outils n'eût pas besoin de vêtements. Il en avait d'autant moins besoin qu'il devait être beaucoup plus velu que l'Homme. Par contre, il devait avoir beaucoup plus de vermine que l'Homme, qui pourtant n'en manque pas. Les grattoirs et les pointes servaient à se gratter quand les démangeaisons devenaient trop vives ». (Bull. soc. d'anthrop., 3e série, t. VIII, p. 180.)

M. de Mortillet ne dit point pourquoi les ongles ne pouvaient suffire à cette besogne.

Il est donc permis encore aujourd'hui de conclure avec M. Arcelin que l'Homme tertiaire ne peut se promettre un accueil favorable au milieu des savants sérieux avant « que ses partisans lui aient constitué un état civil plus régulier » (1).

Reste la question des ossements fossiles des précurseurs de l'Homme.

En 1856, un paléontologiste de grand mérite, Édouard Lartet, annonça à l'Académie des sciences de Paris la trouvaille d'un fragment de la mâchoire inférieure d'un Singe, faite par Fontan dans le miocène moyen de Saint-Gaudens (Haute-Garonne). Le *Dryopithecus Fontani* (c'est le nom de l'animal) a eu seul, parmi les anthropomorphes fossiles, l'honneur d'être trouvé semblable à l'Homme... Les molaires ont la même dimension que dans notre espèce. On avait cru remarquer que la dent canine, au lieu d'être proclive comme chez les Singes, avait une position droite qui devait entraîner une semblable position des incisives, et on avait conclu que la face avait un notable raccourcissement. *Sous ce rapport*, disait Lartet, *le Dryopithecus se rapprochait beaucoup du type nègre.*

Naturellement, les darwinistes se crurent encore une fois sur la piste de l'Homme-singe. Illusion! De nouvelles fouilles furent entreprises ces dernières années et, le 24 février 1890, M. Gaudry put présenter à l'Académie des sciences une seconde mâchoire inférieure de *Dryopithecus* provenant également de Saint-Gaudens, mais beaucoup mieux conservée que la première.

« J'ai été surpris en la recevant, dit le savant paléontologiste dans sa note ; car, bien qu'elle appartienne à la même espèce que l'échantillon de 1856, elle conduit à des conclusions bien différentes... Chacun peut voir combien la (nouvelle) mâchoire fossile diffère de la mâchoire humaine... La face du *Dryopithecus* devait être aussi

(1) *Rapport du Congrès scientifique international des catholiques à Paris*, 1888, t. II, p. 667.

proéminente que celle du Gorille, plus proéminente que celle de l'Orang-outang et du Chimpanzé... Une seconde différence qui me frappe encore davantage, c'est le peu de place laissée à la langue... Certainement ce n'est pas lui qui nous éclairera sur l'origine de la parole... En résumé, le *Dryopithecus*, à en juger par ce que nous en possédons, non seulement est éloigné de l'Homme, mais encore est inférieur à plusieurs Singes actuels. Comme c'est le plus élevé des grands Singes fossiles, nous devons reconnaître que jusqu'à présent la paléontologie n'a pas fourni d'intermédiaire entre l'Homme et les animaux (1). »

3. LES CRANES FOSSILES DE L'HOMME QUATERNAIRE.

Malgré tout, les partisans de l'origine simienne de l'Homme ne rendent pas les armes. Personne n'ignore quelle est, en anthropologie, l'importance de la tête osseuse (2). A elle seule, elle fournit les principaux éléments de la distinction des races humaines. Or les grottes que l'Homme a habitées pendant la période quaternaire, celles où il a enseveli ses morts, les alluvions formées par les fleuves qui ont roulé ses cadavres, nous ont conservé un grand nombre de crânes fossiles dont plusieurs passent pour avoir des caractères d'infériorité évidente.

De plus, — au jugement de Quatrefages et de M. Dupont, le célèbre explorateur des cavernes de la vallée de la Meuse — dès les temps quaternaires, l'Homme présenterait une diversité de types peu en harmonie avec l'hypothèse d'une origine récente et de la descendance d'un couple unique primitif. L'existence des races humaines nettement caractérisées durant la période glaciaire ne justifie-t-elle pas les présomptions d'une certaine école au sujet de l'existence antérieure de l'Homme et des liens de parenté des diverses races avec plusieurs couples

(1) Comptes rendus de l'Académie des sciences, t. CX, 1890, p. 373.
(2) Arcelin, *L'Anthropologie*, Rev. quest. scient., 1879, t. VI, p. 426.

de Singes anthropomorphes simultanément transformés sur différents points du globe ?

Des centaines d'observateurs ont contribué à élucider ce chapitre si obscur de l'histoire de nos origines (1). Au fur et à mesure que les recherches se multiplient, les données indiscutables en faveur de notre origine simienne se font de plus en plus rares. Les déclarations faites en 1892 au Congrès international de Moscou par M. Virchow, professeur à Berlin et président de la Société allemande d'anthropologie, ne peuvent laisser aucune illusion à ce sujet. Elles nous permettent d'être bref. Dans son rapport sur les *Problèmes de l'anthropologie*, l'illustre médecin, si connu pour ses idées progressistes dans les sciences aussi bien qu'en politique, s'est exprimé comme suit :

« Nous devons le reconnaître, les savants ne peuvent pas admettre que l'Homme ait existé à l'époque tertiaire, et qu'il y ait quelque probabilité que la race humaine ait eu son commencement à cette époque. Au contraire, nous constatons une grande lacune que nous voulons combler par des images fantastiques, mais qui ne nous présente aucun objet réel...

» Les objets de paléanthropologie sont si rares et, pour la plupart, si sujets à caution, que, jusqu'à présent, la tentative de description de la race la plus ancienne de l'Homme quaternaire dépasse les forces de la science. Nous avons eu en Europe deux exemples peu encourageants : la tentative faite à propos du crâne de Canstadt, et celle du crâne de Néanderthal, lesquels, comme l'ont supposé jadis deux savants éminents, auraient appartenu aux aborigènes disparus de la race européenne primitive. Il y a quinze jours, au Congrès des anthropologistes allemands tenu à Ulm, nous avons discuté la question soulevée à propos de ces deux crânes, et nous avons trouvé que celui de Canstadt n'appartient pas à l'époque quaternaire, tandis que

(1) *Ibid.*, p. 442.

celui de Néanderthal est pour le moins très loin d'avoir une forme typique.

» Je n'examinerai pas, continue Virchow, toute la série des découvertes analogues, dont la plupart ne nous ont fourni que des crânes uniques exceptionnels. Mais je dois déclarer que, quand même ces crânes eussent été tels qu'on les a décrits, et que leur position géologique eût été exactement définie, ils ne pourraient pas constituer la preuve de l'existence d'une race inférieure primitive qui pût être considérée comme le terme de passage entre les animaux et l'Homme actuel. Beaucoup de ces crânes semblent très anciens, mais ils ressemblent sous tous les rapports aux crânes des races modernes, et certains même à ceux des races civilisées. C'est en vain qu'on cherche le chaînon, *the missing link*, qui aurait uni l'Homme au Singe ou à quelque autre espèce animale (1). »

III

L'HOMME-SINGE, L'ANATOMIE ET LA PHYSIOLOGIE.

1. EXPOSÉ DE LA QUESTION.

Nous l'avons vu, les admirateurs aussi bien que les adversaires de Darwin tiennent l'évolutionnisme en échec avec les armes qui auraient dû faire définitivement triompher sa cause. Le savant anglais paraît avoir senti dès l'abord que, pour la question de la descendance de l'Homme, la paléontologie ne lui fournissait pas un terrain favorable. Dans ses dernières années, il a évité manifestement d'y livrer combat.

Sa tactique, très adroite toujours, détourne l'attention et transporte la lutte ailleurs, dans le domaine de l'anato-

(1) Virchow, *Les Problèmes de l'anthropologie*, Rev. scient., t. L, 1892, p. 590.

mie et de la physiologie. Encore, sur ce champ de bataille choisi, Darwin a compté bien des transfuges.

Pour établir que l'Homme descend d'une forme inférieure, l'illustre fondateur du darwinisme s'appuie surtout sur les considérations suivantes.

L'Homme est construit sur le même plan que les autres mammifères. Les caractères qu'on invoque pour le séparer des Singes anthropomorphes sont loin de justifier cette séparation ; car il y a certainement entre les anthropomorphes et les Singes inférieurs des caractères différentiels plus importants que ceux qui existent entre les anthropomorphes et l'Homme.

L'Homme passe par les mêmes phases de développement embryogénique que les vertébrés supérieurs.

Il conserve beaucoup de conformations rudimentaires et inutiles, qui ont sans doute eu autrefois leur emploi chez ses ancêtres simiens.

Nous voyons accidentellement reparaître chez l'Homme des caractères normaux chez la bête et qui semblent rappeler d'anciens liens de parenté...

Or, si l'origine de l'Homme avait été totalement différente de celle des autres animaux, ces diverses manifestations ne seraient que de creuses déceptions. Elles deviennent d'autre part compréhensibles, au moins dans une assez large mesure, si l'Homme est avec d'autres mammifères le co-descendant de quelque forme inconnue et inférieure (1).

Darwin va plus loin encore. D'après lui, il ressort des faits que l'évolution progressive, déterminée surtout par la sélection naturelle, a formé l'Homme tout entier. Non seulement la conformation corporelle, mais aussi les facultés mentales sont ses œuvres. Certains instincts communs avec les animaux, la mémoire, l'imagination, la raison, le langage, la conscience de soi, le sentiment de la beauté, le sens moral, la croyance en Dieu, la religion,

(1) Darwin, *La Descendance de l'Homme*, t. I, p. 200.

tout cela porte l'empreinte d'un perfectionnement lent, pénible et graduel. Darwin a même entrepris de déterminer les voies et les moyens probables par lesquels les diverses facultés morales et mentales de l'Homme se sont peu à peu dégagées de la matière (1).

La discussion détaillée de ces propositions si hardies ne peut se faire que dans une étude générale sur le transformisme. Nous nous bornerons donc à quelques points qui ont trait plus spécialement à notre espèce et sur lesquels les partisans de la descendance simienne se plaisent à insister.

Nous laisserons même aux philosophes le soin de venger la distinction essentielle entre l'âme humaine et le principe vital des bêtes (2). Soit dit en passant, il est bien difficile de prendre au sérieux les arguments par lesquels Darwin a entrepris de la réfuter. La doctrine de l'école spiritualiste a d'ailleurs été admise par des savants fort peu soucieux des enseignements de la foi catholique.

« Tout le monde, disait Paul Bert, accepte comme caractéristique de l'Homme la supériorité intellectuelle, cette faculté d'abstraction qui lui permet de chercher le beau, de chercher le bien, de chercher Dieu, triple rôle qui l'isole, le grandit et l'élève bien au-dessus du règne animal (3). »

L'émule de Darwin, Russell Wallace, après avoir exposé ses vues sur la question du développement de l'Homme, ajoute :

« Notre théorie ne nous oblige ni à diminuer l'*abîme intellectuel* qui sépare l'Homme du Singe, ni à contester le

(1) *Op. cit.*, ch. II, III et IV.

(2) L'abbé Lecomte, *Le Darwinisme et l'expression des émotions chez l'Homme et chez les animaux*, Rev. quest. scient., 1878, t. III, p. 75. — L'abbé Hamard, *La Place de l'Homme dans la création*, Ibid., 1878, t. IV, p. 190. — L'abbé Lecomte, *Le Darwinisme et l'origine de l'Homme*, 2e éd., 1873. — De Bonniot, S. J., *La Bête comparée à l'Homme*, 2e éd., 1889.

(3) *Bert* cité par de Quatrefages, *Rapport sur les progrès de l'anthropologie*, 1877, p. 80.

moins du monde les ressemblances frappantes qui existent entre eux à d'autres points de vue (1). »

Quant à Huxley, parlant de la démarcation entre le règne animal et l'Homme, il déclare bien que « toute tentative en vue d'établir une distinction psychique est futile » ; mais plus loin, il écrit : « Personne n'est plus fortement convaincu que je ne le suis de l'immensité du golfe qui existe entre l'Homme civilisé et les animaux ; personne n'est plus que moi certain que, soit qu'il en dérive, soit qu'il n'en dérive point, il n'est assurément pas l'un d'eux ; personne n'est moins disposé à traiter avec légèreté la dignité actuelle, ou à désespérer de l'avenir *du seul être à intelligente conscience qui soit en ce monde* (2). »

Nous voici donc, à quelques lignes d'intervalle, en présence de deux déclarations contradictoires. Laquelle prendrons-nous comme l'expression de la pensée de l'anatomiste anglais ? A notre avis, l'hésitation n'est pas possible. Plus d'une fois les écrits de Huxley trahissent la lutte entre ses préjugés d'école et le témoignage des faits. Ici, comme ailleurs, sa loyauté l'a empêché de fermer les yeux à l'évidence et contraint de corriger un écart. Plus vague dans l'expression, le second passage cité plus haut équivaut à cette réflexion si juste de Quatrefages à laquelle souscrivent tous les savants désintéressés et clairvoyants.

« D'où que vienne l'Homme et quelque origine qu'on lui attribue, un naturaliste ne peut que le prendre tel qu'il est. Pour lui assigner un rang dans le cadre taxonomique, s'il veut rester fidèle à la méthode naturelle, il doit tenir compte de *tous* les caractères ; il n'a pas le droit de choisir. Dès lors, comment oublier précisément ceux qui, d'un aveu unanime, sont les plus exceptionnels ? Comment et

(1) Wallace, *La Sélection naturelle*, trad. de Candolle, 1872, p. 346.
(2) Huxley, *La Place de l Homme dans la nature*, éd. 1891, p. 87.

pourquoi s'en *tenir au cadavre* et laisser de côté les plus hautes manifestations de ce *je ne sais quoi* qui est en nous et nous fait ce que nous sommes (1) ? »

2. LE CERVEAU. MICROCÉPHALIE ET ATAVISME.

Cela posé, nous admettons, avec Darwin, que le corps humain a une organisation animale, que les mêmes lois physiologiques et pathologiques en régissent les fonctions.

Toutefois — Virchow l'observe avec raison, — malgré cette uniformité, il existe une limite tranchée qui sépare l'Homme de l'animal et qu'on n'a pu jusqu'ici effacer : c'est l'*hérédité*, qui transmet aux enfants les facultés de leurs parents. « Nous n'avons jamais vu qu'un Singe mette au monde un Homme, ou que l'Homme produise un Singe. Tous les Hommes à l'aspect simiesque ne sont que des produits pathologiques (2). »

Il y a quelques années, Carl Vogt n'était pas de cet avis. Le professeur de Genève prétendait que l'*Homme-singe* a laissé, dans les générations actuelles, des traces de son existence. Les crétins, les idiots, les microcéphales, ces êtres au cerveau réduit, aux facultés incomplètes, aux allures bestiales, rappelleraient, par un curieux phénomène d'*atavisme* intermittent, l'état normal de notre ancêtre direct le plus proche, l'*Homme pithécoïde privé de la parole*.

Faut-il admettre la signification et même la réalité de ces singulières réapparitions occasionnelles de caractères ancestraux ? Nous allons voir.

Les mammifères supérieurs et l'Homme présentent une ressemblance fondamentale remarquable. De part et d'autre, on retrouve les mêmes éléments anatomiques, on observe la même subordination des différentes parties de l'organisme, on constate la même solidarité entre les

(1) De Quatrefages, *Les Émules de Darwin*, 1894, t. II, p. 52.
(2) Rev. scient., t. L, 1892, p. 590.

fonctions des divers appareils. Supposons dès lors que, par suite d'une influence quelconque, le cerveau de l'Homme subisse une altération qui dégrade le type humain et le rapproche du Singe, il ne sera pas étonnant que la dégénérescence survenue ait son retentissement dans les autres organes. Le contraire aurait de quoi surprendre. Mais, s'il se manifeste d'autres rapprochements entre l'Homme dégénéré et la bête, au moins faudra-t-il, pour que la théorie de Vogt soit admissible, que ces rapprochements tendent à resserrer les anciens liens de parenté.

Or — et ceci est malheureux pour la théorie de l'atavisme — dans le cas de microcéphalie, ce n'est pas avec les Singes les plus élevés, les Anthropoïdes, que s'établissent de nouveaux rapports de ressemblance : c'est avec les Singes à queue prenante du nouveau monde formellement exclus par Haeckel (1) et Darwin (2) de la série de nos ancêtres.

Encore, la soi-disant ressemblance entre le monstre humain et le Singe a été singulièrement exagérée. Au témoignage de Pierre Gratiolet, que ses études sur les rapports du cerveau et des facultés chez l'Homme et chez les animaux ont rendu célèbre, les cerveaux des microcéphales, souvent moins plissés que ceux des Anthropoïdes, ne leur deviennent pas semblables.

Au surplus, n'étaient les exigences de la théorie, jamais personne n'aurait vu dans la microcéphalie autre chose qu'un *arrêt de développement* dû à certaines causes mécaniques ou physiologiques. Ces causes sont connues aujourd'hui pour la plupart. D'habiles tératologistes, les deux Geoffroy Saint-Hilaire, Meckel, Vrolick et d'autres les ont découvertes, et plus d'une fois M. Dareste a réussi à les mettre en jeu (3).

(1) Haeckel, *Histoire de la création*, p. 569.
(2) Darwin, *La Descendance de l'Homme*, t. I, p. 213.
(3) De Quatrefages, *Les Émules de Darwin*, t. II, p. 45. — Rev. scient., t. XIX, 1877, p. 1062.

« Un cerveau humain frappé d'arrêt de développement pourra présenter plusieurs sortes de modifications. Il pourra, quoique très réduit, conserver les caractères propres à l'Homme ; ou bien il se rapprochera des Singes par certaines particularités ; ou bien une déviation plus accentuée l'aura rapproché de quelque autre mammifère ; ou bien enfin la perturbation aura été telle que le cerveau déformé échappera à toute comparaison. *On a des exemples de ces divers cas...*

» Laissons, pour l'instant, de côté les faits qui conduiraient à nous attribuer pour ancêtres des êtres d'un type entièrement inconnu. Toujours est-il que, à vouloir regarder les anomalies comme nous renseignant sur ce qu'on a appelé les *formes ancestrales* de l'Homme, l'étude du cerveau seule conduirait à placer dans notre arbre généalogique les Ruminants aussi bien que les Singes (1). »

Ce n'est pas tout : dans les cas d'arrêt de développement du cerveau, les fonctions de reproduction sont toujours atteintes sinon suspendues. Or, *l'infécondité* peut-elle être considérée comme un phénomène d'atavisme ? Le prétendre, c'est saper les fondements du transformisme. Le système ne repose-t-il pas tout entier sur la survivance des individus présentant une variation accidentelle ? Il suppose donc une fécondité plus grande chez l'Homme-singe, puisque celui-ci a dû faire souche et triompher dans la lutte pour l'existence. S'il en est ainsi, de quel droit invoque-t-on comme argument l'altération du crâne et de son contenu, tandis qu'on laisse dans l'ombre l'atrophie de l'appareil reproducteur ? Pourquoi regarder la première comme un caractère ancestral et renvoyer la seconde à la tératologie ?

Remarquons à ce propos que les transformistes ont invoqué encore d'autres anomalies.

Mais, « si le cerveau, le crâne, les os de la face, du

(1) De Quatrefages, *Les Émules de Darwin*, t. II, p. 37. 38.

carpe et du tarse, l'utérus, peuvent fournir des documents généalogiques, la logique la plus élémentaire n'oblige-t-elle pas à admettre qu'il en est de même de tout l'organisme ? Ne doit-on pas accepter comme autant de résultats de l'atavisme toutes les formes anormales du corps humain et de ses diverses parties ? Pourquoi ne le fait-on pas ?

» C'est qu'en s'engageant dans cette voie, on arriverait vite à des impossibilités flagrantes (1). Il faudrait placer parmi nos ancêtres des êtres sans cerveau et même sans moelle épinière ; d'autres n'ayant qu'un œil unique,

(1) Un anatomiste de mérite, professeur à la Faculté de médecine de Lyon et transformiste convaincu, M. le Dr Testut, a étudié avec un soin tout spécial *Les Anomalies musculaires chez l'Homme au point de vue de leur importance en anthropologie.* Seules les anomalies du muscle *grand pectoral* rattacheraient l'Homme à deux Anthromorphes, à trois Singes de l'ancien continent, à un Singe d'Amérique, aux Lémuriens en général, à un Cheiroptère, à deux Insectivores, aux Rongeurs en général et spécialement au Rat, à la Marmotte et à deux autres espèces, aux Ours d'Europe et d'Amérique, au Coati, à quatre Carnassiers, entre autres au Renard et au Chat, au Cheval, au Phoque, au Mouton, au Cochon, à un Édenté, à deux Marsupiaux, à l'Ornithorhynque, aux Cétacés, aux Oiseaux en général et en particulier au Ramier; enfin aux Reptiles lacertiliens et aux Batraciens anoures (Grenouilles et Crapauds) et urodèles (Salamandres et Tritons)!

Voilà où conduit l'étude des anomalies constatées *sur un seul muscle.* Que serait-ce si on rattachait à l'*atavisme* celles du système musculaire entier ! M. Testut ne s'est pas laissé effrayer par l'étrangeté des conséquences. Pour lui, toutes les espèces animales, jusqu'à celles qui appartiennent aux groupes inférieurs de l'embranchement des vertébrés, sont autant de *formes ancestrales* de l'Homme. Mais il est évident qu'en vertu de la *loi de caractérisation permanente,* des types aussi divers et aussi tranchés ne sauraient figurer dans une même série généalogique.

Néanmoins, M. Topinard est entré dans la voie si largement ouverte par M. Testut. Lui aussi admet que les anomalies nous renseignent sur les origines de l'Homme et " montrent par quelles racines profondes son organisme plonge dans l'animalité " ; il est conduit à admettre chez l'Homme des caractères ataviques dont l'origine remonterait jusqu'aux poissons.

M. Testut a découvert chez l'Homme quelques anomalies musculaires qu'il n'a pu rattacher à aucun organisme animal. Il les a regardées comme " *des dispositions anormales qui nous élèvent vers un type plus parfait encore que ne l'est le type humain* ". Mais Broca décrit une petite microcéphale dont l'origine, d'après cette interprétation, serait à la fois *abaissée jusqu'aux Carnassiers et aux Ruminants et élevée jusqu'à l'Homme de l'avenir.* C'est la contradiction, c'est l'arbitraire, c'est probablement l'erreur érigée en système. — Voir de Quatrefages, *Les Émules de Darwin,* t. II, p. 39 et suiv.

médian et surmonté d'une espèce de trompe ; d'autres sans bras, sans jambes, ou n'ayant aucun membre ; d'autres sans tête, sans tronc et réduits à une paire de jambes implantées sur un rudiment d'abdomen ; d'autres enfin qui ne sont plus qu'une espèce de bourse cutanée, renfermant de la graisse, du tissu cellulaire et quelques vaisseaux.

» Évidemment on ne peut faire figurer ces monstres dans une généalogie humaine...

» On en arrive, il est vrai, à choisir parfois les anomalies, à admettre comme significatives seulement celles qui cadrent avec la théorie et à laisser de côté toutes les autres, qu'elles soient contraires à cette même théorie, ou seulement sans rapports avec elle. Mais, *pour employer le langage de Vogt*, a-t-on le droit de faire un choix parmi des faits de même nature et de dire : celui-ci est bon, celui-là est insignifiant (1)? »

La plupart de ces observations sont de Quatrefages. « On voit, ajoute celui-ci, que l'ancien argument de Vogt n'a plus aucune valeur et, certainement, il ne le reproduirait plus aujourd'hui (2). » Vogt n'a pas protesté contre ce passage, qui a été soumis pourtant à son approbation (3).

(1) De Quatrefages, *Les Emules de Darwin*, t. II, pp. 44, 45.

(2) *Ibid.*, p. 36.

(3) Dans la question présente, le témoignage de Quatrefages ne peut être suspecté de personne. Quoique antitransformiste convaincu, l'illustre professeur du Muséum ne se déclare nulle part pour la doctrine des créations successives. Tout le monde sans distinction a reconnu son sens droit et sa loyauté parfaite. Darwin l'avait en haute estime. Il lui écrivit un jour :

« Un grand nombre de vos critiques sont sévères, mais toutes sont faites avec une parfaite courtoisie et dans un esprit essentiellement juste. Je puis dire en toute sincérité que j'aime mieux être critiqué par vous de cette façon que d'être loué par bien d'autres.... Vous parlez plus loin de ma bonne foi et nul compliment ne peut me faire un plus grand plaisir ; mais je puis vous rendre ce compliment avec intérêts, car chaque mot que vous écrivez porte l'empreinte de votre véritable amour de la vérité.

» Croyez-moi, chez Monsieur, avec un sincère respect, votre tout dévoué.

» CHARLES DARWIN. »

(L'ANTHROPOLOGIE, 1892, t. III, p. 10.)

Mais il y a mieux. Le chapitre consacré à Carl Vogt dans le dernier livre de Quatrefages, *Les Émules de Darwin*, fut imprimé d'abord sous forme

Les preuves ne manquent pas du reste pour montrer que la forme plus réduite et moins parfaite du cerveau ne dénote nullement une *variation régressive*, un retour vers les ancêtres, un caractère simien.

Quand, dans une étude comparée entre les animaux et l'Homme, on parle du développement du cerveau au point de vue de son rapport avec les facultés supérieures, il ne peut être question du développement absolu de l'organe. Ce serait assigner le premier rang à quelques mammifères de grande taille, à l'Éléphant, au Dauphin, à la Baleine (1), que l'Homme distance de si loin par son intelligence. Et si on parle du poids relatif, c'est-à-dire du poids du cerveau par rapport au poids total du corps, on se heurte encore à de brutales inconséquences.

Duvernoy a établi que, chez les Européens, le rapport du cerveau au reste du corps va en diminuant de l'enfance à la vieillesse. Dira-t-on pour cela que le jeune homme est *dégradé* relativement à l'enfant, et que l'homme adulte ou le vieillard ont pris un caractère simien? D'autre part, chez la Mésange et le Serin, le cerveau est, proportion gardée, plus grand que chez l'Homme. Si, dans une race humaine, cet organe s'élève de quelques grammes au-dessus de la moyenne, considérera-t-on cette race comme se rapprochant des Passereaux?

Disons donc avec Gratiolet (2) : « Le microcéphale, si réduit qu'il soit, n'est pas une bête; ce n'est qu'un Homme

d'article dans le *Journal des Savants*, et communiqué au professeur de Genève. Voici un passage de la réponse de Vogt à son estimable contradicteur : " Pour me résumer, je ne saurais pas changer un *iota* à tout ce que vous dites et je vous remercie de grand cœur de cette analyse si exacte. "

La citation est empruntée à de Quatrefages lui-même (*Les Émules de Darwin*, t. II, p. 1, note). " Ainsi, dit-il, deux de mes adversaires scientifiques, Darwin et Vogt, ont témoigné de l'exactitude avec laquelle j'ai exposé les doctrines que j'ai cru devoir combattre. Je n'ai pas besoin d'ajouter que je me suis efforcé d'agir toujours de même envers les savants dont j'ai le regret de ne pouvoir partager les opinions. "

(1) Milne-Edwards, *Leçons sur la physiologie et l'anatomie comparée*, t. XIV, p. 188.

(2) Bulletins de la Société d'anthropologie, t. I, p. 34.

amoindri. » Tel est aussi l'avis de M. Virchow et de la plupart des savants actuels (1), Carl Vogt compris.

Le mode d'accroissement de l'embryon confirme ces conclusions d'une manière inattendue. Gratiolet a observé que chez l'Homme et chez le Singe les circonvolutions se dessinent dans un ordre inverse. « Celles qui, chez l'Homme, apparaissent les premières, se forment au contraire chez le Singe après toutes les autres. Il en résulte que si une cause quelconque arrête le développement du cerveau d'un enfant, cet organe, au lieu de se rapprocher de l'organe correspondant du Singe, en différera au contraire davantage. A ce compte, le cerveau d'un Pascal ou d'un Newton ressemblerait plus à un cerveau simien que le cerveau d'un microcéphale idiot! »... Gratiolet ajoute : « Ce défaut de parallélisme chez l'Homme et chez les grands Singes dans le développement d'organes corrélatifs, tels que le cerveau et la main, montre avec une absolue évidence qu'il s'agit d'harmonies différentes et d'autres destinées. Tout dans la forme du Singe a pour raison spéciale quelque accommodation matérielle ; tout, au contraire, dans la forme de l'Homme révèle une accommodation supérieure aux fins de l'intelligence (2). »

Mais poursuivons jusqu'au bout la logique transformiste. Wallace lui-même, l'émule de Darwin, conduit par ses propres recherches aux mêmes conclusions que lui, nous y invite et nous met les armes à la main.

On le sait, Darwin a établi la sélection naturelle sur le principe de l'*utilité personnelle immédiate*, en ce sens que, d'après lui, il ne peut se produire chez une espèce aucune variation de forme ou de fonction qui ne soit en rapport avec la lutte *actuellement* soutenue par les individus de cette même espèce. La sélection ne cause donc jamais aucune *variation nuisible*. Qui ne voit que, si les transfor-

(1) Rev. scient., t. L, 1892, p. 589.

(2) Gratiolet, *Mémoire sur les plis cérébraux de l'Homme et des Primates*, Paris, 1854, p. 84.

mations sont toujours strictement subordonnées aux conditions de la lutte pour l'existence, il ne doit pas davantage se produire de *variation inutile*. Or, chez l'Homme sauvage, le développement du cerveau est certainement hors de toute proportion avec sa valeur physiologique actuelle. Aux yeux de Galton, que cette réflexion avait frappé dans le cours de ses longs voyages, un cerveau un peu plus volumineux que celui du Gorille aurait parfaitement suffi aux habitants de l'Australie, de la Tasmanie ou de la Terre-de-Feu. Et si l'on objecte que le développement matériel du cerveau chez les races inférieures, inutile jusqu'à présent, peut d'un jour à l'autre devenir indispensable pour l'épanouissement complet des facultés intellectuelles et morales au contact de peuples plus civilisés, je suis en droit de conclure à une action intelligente, prévoyant et préparant l'avenir, exactement comme nous le faisons quand nous voyons l'éleveur se mettre à l'œuvre à l'effet de produire une amélioration déterminée, dans quelque plante cultivée ou quelque animal domestique.

La conclusion est de Wallace (1). Évolutionniste lui aussi, mais parfois trop logique au jugement de Darwin, il admet une sorte de *sélection divine* mal définie, l'action d'un « esprit supérieur » qui aurait « dirigé le travail de développement de la race humaine par le moyen d'agents plus subtils que ceux que nous connaissons »,... « l'intervention d'une intelligence individuelle distincte concourant à la production de l'Homme intellectuel, moral, indéfiniment perfectible » (2).

C'est, pour qui veut lire entre les lignes, le dogme catholique de la création de l'Homme déduit des principes même du transformisme.

Darwin ne le sentit que trop. Dans une lettre à Lyell, il

(1) Wallace, *La sélection naturelle*, p. 349. — Voir les chap. IX et X, ou *Les Emules de Darwin*, t. I, pp. 73-101.
(2) *Ibid.*, p. 378.

ne put dissimuler son dépit au sujet de la défection de son éminent collaborateur qui venait de proclamer si haut l'insuffisance de la théorie transformiste pour le problème fondamental de nos origines. Après de brillants éloges à propos d'une récente publication de Wallace, il écrit : « Mais, j'ai été terriblement désappointé en ce qui concerne l'Homme : cela me semble incroyablement étrange ;... et si je n'avais pas eu connaissance du contraire, j'aurais juré que ce passage avait été ajouté par une main étrangère (1). »

Les observations ethnographiques les plus récentes ne sont pas de nature à renverser les conclusions de Gratiolet au sujet de l'anatomie comparée du cerveau chez les mammifères supérieurs, et des cas de microcéphalie chez l'Homme. Il y a quelques mois à peine, Virchow, l'un des orateurs les plus écoutés des congrès internationaux d'anthropologie, s'est clairement exprimé à ce sujet devant les savants européens réunis à Moscou. Il dit avec une conviction qui pourrait faire soupçonner un retour vers les doctrines spiritualistes :

« On croyait généralement, il y a peu d'années, que parmi les races humaines actuelles, il en existait plusieurs encore restées dans l'état primitif inférieur de leur organisation. Mais actuellement, toutes ces races ont été l'objet de recherches minutieuses, et nous savons qu'elles possèdent une organisation semblable à la nôtre et parfois même supérieure à celle des races prétendues supérieures. Ainsi, la tête des Esquimaux ou celle des habitants de la Terre-de-Feu appartient à des types accomplis. Certaines races ont les mêmes crânes très petits, à peu près du même volume que les microcéphales : par exemple, les habitants de l'archipel d'Andaman et les Vedd de Ceylan ont été considérés comme microcéphales. Une étude plus exacte a montré cependant la différence qui

(1) *Vie et correspondance de Charles Darwin*, p. 135.

existe entre eux et les véritables microcéphales : la tête d'un Andaman ou d'un Vedd est très régulière ; seulement toutes ses parties sont quelque peu plus petites que chez les Hommes des races ordinaires. Les têtes nanicéphales, comme je les appelle, n'ont aucune de ces anomalies caractéristiques qui distinguent les têtes véritablement microcéphales.

» Une seule race est demeurée jusqu'à ce jour peu étudiée : ce sont les Orangs-Simaings et Orangs-Cekaï, dans la partie nord de la presqu'île de Malaisie. L'unique voyageur qui a pénétré dans les pays montagneux qu'ils habitent, le courageux Russe Miklackho-Maklaï, a constaté chez certains individus isolés de la peuplade des Simaings leur petitesse de taille et la crépure de leurs cheveux. Nous avons envoyé dans ces pays une nouvelle expédition pour l'étude anthropologique des Orangs-Cekaï, et j'en ai reçu tout récemment le premier crâne et quelques mèches de cheveux : c'est réellement une race noire aux cheveux crépus, dont la tête brachycéphale se distingue par un volume intérieur très modéré, mais ne présentant pas le moindre indice de développement bestial (1). »

Nous avons insisté sur les caractères anatomiques de l'encéphale. N'a-t-on pas fait du cerveau l'organe *sécréteur* de la pensée? N'a-t-on pas rattaché l'évolution de l'intelligence, du sentiment moral et religieux à l'évolution du système nerveux?

3. LES ORGANES RUDIMENTAIRES.

Il est un autre phénomène de prétendu *atavisme*, particulièrement cher aux darwinistes et que Haeckel considère « comme la preuve la plus frappante de la vérité de la

(1) Virchow, *Les Problèmes de l'anthropologie*, Rev. scient., t. L, 1892, p. 590. — Voir de Nadaillac, *Les Races inférieures*, Rev. quest. scient., 1893, t. XXXIII, p. 5.

doctrine généalogique ». Je veux parler de la persistance de certains *organes rudimentaires* inutiles. « Si les dualistes et les théologiens comprenaient l'énorme valeur de ces faits, ils en seraient désespérés », dit à leur sujet le bruyant professeur d'Iéna (1).

Nous en convenons, il est difficile de justifier les organes rudimentaires, aux yeux de ceux-là du moins qui traitent d'absurde toute tentative d'explication en désaccord avec la conception purement mécanique du monde. Voyons si la théorie proposée par Darwin satisfait au moins les transformistes eux-mêmes ; mais avant cela, rendons-nous bien compte de la valeur de l'argument.

« On ne saurait trouver, dit Darwin, un seul animal supérieur ne présentant pas quelque partie à un état rudimentaire. Ces parties, ou sont absolument inutiles, telles que les mamelles des quadrupèdes mâles, ou rendent à leurs possesseurs actuels si peu de services que nous ne pouvons pas supposer qu'elles se soient développées dans les conditions sous lesquelles elles existent aujourd'hui... Éminemment variables, elles disparaissent souvent. Lorsque cela arrive, elles peuvent occasionnellement reparaître (2). »

L'Homme ne fait point exception à la règle.

Chacun a remarqué la faculté que possèdent plusieurs animaux, le Cheval surtout, de mouvoir certaines parties de la peau par la contraction des muscles sous-cutanés. D'après Darwin, il existe comme des traces de muscles analogues sur plusieurs points du corps humain. Les muscles servant chez quelques animaux à mouvoir l'ensemble de l'oreille externe, la troisième paupière ou membrane nictitante des oiseaux, la queue des vertébrés, le revêtement pileux uniforme des mammifères se retrouvent chez l'Homme, à l'état rudimentaire.

(1) Haeckel, *Histoire de la création*, pp. 254, 258.

(2) Darwin, *La Descendance de l'Homme*, t. I, p. 17 ; *De l'Origine des espèces*, p. 628. — Haeckel, *Histoire de la création*, p. 254.

Faut-il voir dans ces conformations imparfaites un simple caprice du Créateur, un complément exigé par la reproduction intentionnelle plus complète du type fondamental de l'embranchement?

Aux yeux des transformistes, la formation indépendante des êtres suivant un plan préconçu n'est pas une explication scientifique. D'après Darwin, « pour comprendre l'existence des organes rudimentaires, nous devons supposer que chez un ancêtre reculé dans le passé, ayant possédé les parties en question entièrement développées, elles se sont fortement réduites sous l'influence de changements dans les habitudes de vie ».

Les organes rudimentaires, loin de compromettre l'harmonie du monde organique, marqueraient donc les étapes par lesquelles passent les espèces dans leurs transformations incessantes; elles permettraient de deviner la constitution des types antérieurs appartenant à la même lignée.

L'explication est ingénieuse. Elle n'effarouche nullement ceux qui, tout en admettant un transformisme restreint (1), maintiennent le rôle du divin Artiste dans la création; mais est-elle en réalité aussi satisfaisante qu'on se plaît à le redire? Quelle lumière a-t-elle jeté sur la généalogie de l'Homme? A quelle forme ancestrale nous renvoie, par exemple, le revêtement pileux si caractéristique de notre espèce, développé tout entier *à l'inverse de ce qui s'observe chez tous les autres mammifères?* Sont-ils si bien démontrés, du reste, l'*inutilité* et le *caractère atavique* de certains éléments anatomiques? Écoutons à ce sujet les réflexions de Huxley, l'un des maîtres de l'anatomie comparée, et que de Quatrefages appelait « *le plus pur, le plus fidèle darwiniste* » (2).

Il m'a souvent semblé, dit le savant anglais, que les

(1) Gaudry, *Les Enchaînements du monde animal*, t. III, *Les Mammifères tertiaires*, p. 140.

(2) De Quatrefages, *Les Émules de Darwin*, t. II, p. 162.

organes rudimentaires sont une arme à deux tranchants. Si nous devons supposer, comme le font en général les évolutionnistes, que les organes inutiles s'atrophient, des cas tels que l'existence de rudiments d'orteils latéraux dans le pied du cheval nous placent dans un dilemme. Car, ou bien ces rudiments ne sont d'aucun usage à l'animal, auquel cas, considérant que l'animal existe dans sa forme actuelle depuis l'époque pliocène, ils devraient sûrement avoir disparu ; ou ils sont utiles à l'animal, auquel cas ils ne servent de rien comme arguments en faveur de l'évolution. Une réponse semblable, mais encore plus forte peut être basée sur l'existence de mamelons et même de glandes mammaires fonctionnelles chez des mammifères mâles. De nombreux cas de mamelles actives chez des Hommes ont été recueillis, bien qu'il n'y ait aucune espèce de mammifère où le mâle nourrisse normalement les petits. Donc la glande mammaire était apparemment aussi inutile chez le mammifère mâle, le plus ancien ancêtre de l'Homme ; et pourtant elle n'a point disparu. Est-il donc utile à l'organisme mâle de la conserver? Cela est possible; mais dans ce cas sa valeur démonstrative est perdue (1).

Huxley pense par conséquent que les rudiments d'organes ne fournissent aucune preuve distincte de celle qu'on emprunte d'ordinaire aux analogies morphologiques des membres normalement développés. Or, cette preuve est faible tant au point de vue des faits qu'au point de vue de la justesse des déductions.

Carl Vogt s'est chargé d'en convaincre ses lecteurs dans sa spirituelle boutade contre les *Dogmes dans la science*. D'après lui, les phénomènes sur lesquels on se base sont si divers et souvent si contradictoires, que le dogme transformiste : « *Forme identique, donc descendance identique,* » ne peut se tenir debout (2). Ce dogme sert-il au moins les partisans de l'origine simienne? Demandons encore à ce sujet l'avis des évolutionnistes.

(1) Huxley, *Les Problèmes de la géologie*, p. 113.
(2) Rev. scient., 1891, t. XLVIII, p. 78.

4. LES RESSEMBLANCES ANATOMIQUES ENTRE L'HOMME ET LES SINGES.

« Il m'arriva un jour, raconte Huxley, de séjourner durant de nombreuses heures, seul, et non sans anxiété, au sommet des Grands-Mulets. Quand je regardais à mes pieds le village de Chamounix, il me semblait qu'il gisait au fond d'un prodigieux *abîme* ou *gouffre*. Au point de vue pratique, le gouffre était *immense*, car je ne connaissais pas le chemin de la descente, et si j'avais tenté de le retrouver seul, je me serais infailliblement perdu dans les crevasses du glacier des Bossons ; néanmoins je savais parfaitement que le *gouffre* qui me séparait de Chamounix, quoique dans la pratique infini, avait été traversé des centaines de fois par ceux qui connaissaient le chemin et possédaient des secours spéciaux.

» Le sentiment que j'éprouvais alors me revient quand je considère côte à côte un Homme et un Singe ; qu'il y ait ou qu'il y ait eu une route de l'un à l'autre, j'en suis sûr. Mais, maintenant, la distance entre les deux est tout à fait celle d'un abîme *(plainly abysmal)*, et, pour mon compte, j'aime mieux reconnaître ce fait aussi bien que l'ignorance où je suis du sentier, plutôt que de me laisser choir dans une des crevasses creusées aux pieds de ces chercheurs impatients qui ne veulent pas attendre la direction d'une science plus avancée que celle du temps présent (1). »

Nous aimons à citer Huxley. L'histoire du *Bathybius* nous avait appris déjà que sa haine des croyances spiritualistes ne l'empêche point d'être loyal et sincère. Au surplus, personne n'avait qualité comme lui pour faire la leçon aux matérialistes contemporains.

Dans un autre endroit, le grand anatomiste est encore plus catégorique. Après avoir protesté contre ceux qui disent « que les différences structurales entre l'Homme et

(1) Huxley, *La Place de l'Homme dans la nature*, éd. 1891, préf., p. VII.

les Singes les plus élevés sont petites et insignifiantes », il ajoute : « Chaque os de Gorille porte une empreinte par laquelle on peut le distinguer de l'os humain correspondant, et, dans la création actuelle tout au moins, aucun être intermédiaire ne comble la *brèche* qui sépare l'Homme du Troglodyte. Nier l'existence de cet *abîme* serait aussi blâmable qu'absurde (1). »

On contestera, je pense, la valeur de ce témoignage, car à la même page nous lisons : « La ligne de démarcation n'est pas moins profonde et, en l'absence de formes intermédiaires, n'est pas moins complète entre le Gorille et l'Orang ou entre l'Orang et le Gibbon. » Et ailleurs : « Quelque partie de l'économie animale, quelque série de muscles, quelque viscère que nous choisissions pour tracer un parallèle, le résultat resterait le même : nous trouverions que les Singes inférieurs et le Gorille diffèrent plus entre eux que le Gorille et l'Homme (2). »

La réponse s'impose. Avant tout, la dernière proposition de Huxley est inexacte ; de Quatrefages se reproche de l'avoir acceptée de confiance comme vraie, sur la foi d'un anatomiste aussi éminent (3) ; les comparaisons de ce genre sont toujours délicates, elles se ressentent d'ordinaire des tendances de celui qui les fait. Que si les affirmations si nettes de Huxley répondent à la réalité, elles proclament tout au moins l'indépendance génétique de l'Homme et des différents Anthropoïdes et, par suite, la nécessité de les rattacher comme autant de rameaux distincts à une souche commune inférieure et bien plus ancienne. C'est une preuve de plus que nous sommes loin de connaître nos ancêtres immédiats, et que toutes les observations protestent contre l'hypothèse de notre origine simienne. Les Singes les plus élevés sont donc tout au plus *des collatéraux,* et il faut *créer* des formes hypothétiques

(1) *Loc. cit.*, p. 79.
(2) *Ibid.*, p. 47.
(3) De Quatrefages, *Les Émules de Darwin*, t. II, p. 166, note 3.

pour reconstituer notre lignée ascendante. Mais, au témoignage de Vogt, quand bien même nous connaîtrions le précurseur fossile *supposé* de l'Homme, « le pont de passage qui doit conduire depuis ce Singe anthropomorphe ancêtre aux autres Singes, de là aux Prosimiens, et depuis les Prosimiens à d'autres formes de mammifères plus anciens, ressemble à l'arc-en-ciel, à ce pont aérien conduissant à la Walhalla sur lequel chevauchent les Valkyries et autres êtres fabuleux... (1) »

On a écrit des livres sur les rapports anatomiques de l'Homme et des Singes (2). Toutes les pièces du squelette

(1) Vogt, *Dogmes dans la science*, Rev. scient., 1891, t. XLVII, p. 648.

(2) De Quatrefages, *Les Émules de Darwin*, t. II, pp. 163-194. — L'abbé Hamard, *La Place de l'Homme dans la création*, Rev. quest. scient., 1878, t. IV, p. 165. — L'abbé Le Hir, *M. de Quatrefages et l'évolution*, Rev. quest. scient., 1892, t. XXXII, pp. 368-372. — L'abbé Lecomte, *Le Darwinisme et l'origine de l'Homme*, 1873.

On trouvera une étude très complète des rapports anatomiques de l'Homme et des Singes dans l'ouvrage de Huxley, *La Place de l'Homme dans la nature*, et dans le livre plus récent de M. Topinard, *L'Homme dans la nature*, 1891. Ce dernier livre, sérieux d'ailleurs *tant qu'il ne s'élève pas aux conclusions générales*, renferme quelques passages bons à rapprocher si l'on veut se faire une idée des inconséquences où en arrivent les matérialistes dans la défense de leurs systèmes *à priori*.

Nous citons sans commentaires.

« La première condition en anthropologie est de planer dans des sphères élevées, au-dessus des tempêtes terre à terre de l'humanité; c'est d'être calme, dégagé de toute influence mesquine, *de toute tendance subjective.* » (P. 12.)

« La question (de la place de l'Homme dans la nature) est fort simple. Pour la résoudre, il n'y a qu'à dresser le bilan des faits en prenant un à un tous les appareils, tous les organes, à pointer le pour et le contre, et à voir qui l'emporte. » (P. 171.)

« L'organe dont le verdict pèse le plus dans la balance (est) le cerveau, siège des merveilleuses facultés *étrangères à notre sujet* (!) qui font de l'Homme le souverain de sa planète. » (P. 178.)

« En nous en tenant à la craniologie, nous devons dire que tout s'y oppose à la réunion de l'Homme et des Anthropoïdes dans un même groupe. » (P. 248.)

« Par le bassin, les Anthropoïdes se séparent complètement de l'Homme et doivent être placés dans la même division que les Singes. » (P. 264)

« Par les membres supérieurs, les Anthropoïdes se rapprochent de l'Homme, par les membres inférieurs, toutes choses égales d'ailleurs, ils s'en éloignent. » (P. 281.)

« Quoique se rapprochant morphologiquement et physiologiquement de l'Homme, les Anthropoïdes sont trop franchement des Singes pour en être séparés. L'Homme donc, par les deux caractères généraux (l'attitude et la

et toutes les parties molles du corps ont été confrontées : le crâne, les dents, la colonne vertébrale, le bassin, les membres, les mains et les pieds, le cerveau, les muscles,

conformation des membres) dont nous venons de terminer l'examen, doit rester isolé, au dessus des Anthropoïdes et des Singes réunis, dans une même division zoologique de l'ordre des Primates. „ (P. 298.)

L'Homme est certainement " une des dernières et des plus magnifiques manifestations de cette force créatrice dissimulée sous le mot d'évolution. „ (P. 299.)

" Il faut véritablement avoir *un parti pris bien systématique* pour trouver une ressemblance *même lointaine* entre le Gorille ou l'Orang, et l'Apollon du Belvédère ou la Vénus de Milo ! „ (P. 317.)

Les anomalies et les organes rudimentaires " plaident énergiquement en faveur de l'origine animale de l'Homme et montrent par quelles racines profondes son organisme plonge dans l'animalité „. (P. 318.)

" Faut-il croire que la microcéphalie reproduit l'état qui aurait existé chez des Hommes-Singes, et ne serait-ce pas le cas de remarquer qu'il y a des états tératologiques auxquels la dénomination de pathologiques convient jusqu'au bout ? „ (P. 320.)

" Toute anomalie reproduisant une forme animale antérieure ne doit pas être regardée comme une réversion. „ (P. 323.)

" Par les propriétés hautement développées de son organe cérébral, par un jugement qui lui permet de voir les choses exactement comme elles sont, par sa *mémoire* qui lui fait emmagasiner des observations et *en tirer des inductions d'ensemble* (!), par son initiative brisant la routine, par ses conceptions idéales, l'Homme peut, *par un tour de l'esprit* (!), se considérer comme formant un règne à part dans le cosmos. „ (p. 333.)

Quand il s'agit de mesurer l'intervalle existant entre les Anthropoïdes et l'Homme, " c'est un bilan *général* à dresser ; *les divergences tenant souvent à ce qu'on ne considère qu'un aspect du problème, il faut les voir tous. C'est ce que nous avons fait* (!) „ (P. 335.)

Les Anthropoïdes diffèrent des Singes *infiniment* moins qu'ils ne diffèrent des Hommes. „ (p. 338.)

" S'il (l'Homme) n'a pas été créé de toutes pièces en dehors de toutes les lois naturelles, s'il s'est produit aux dépens d'une forme préexistante, il est rationnel, pour que la distance à franchir soit moindre, qu'il dérive de l'un des groupes immédiatement placés au-dessous de lui et lui ressemblant le plus. *Or, là, il n'y a pas de doute : le groupe le moins éloigné* (M. Topinard vient de dire qu'il l'est *infiniment)* dans le sous-ordre des Singes, *est celui des Anthropoïdes*. Par une foule de détails faisant masse, il s'est constitué aux dépens d'autres Singes, dans une direction qui, prolongée, peut passer à côté de l'Homme sans avoir aucune relation avec lui, mais peut aussi aboutir directement à lui. „ (p. 341.)

" Pour *hasarder quelques conjectures* sur l'Homme ou son précurseur miocène, — l'un *ou* l'autre *certain* quoique *les preuves directes en fassent défaut*, — il faut en revenir aux *probabilités* générales données par l'histoire naturelle. *Nous l'avons vu*, elle *prouve* de la façon la plus *indiscutable* que l'Homme est issu d'un Primate. „ (p. 347.)

Une logique si serrée frise la plaisanterie. A coup sûr, M. Topinard n'a pas une haute idée de ses lecteurs !

les viscères et l'appareil de la phonation. Dès l'origine, Wallace s'est demandé si la peau nue de l'Homme, ses pieds non préhensiles et sa stature droite, qui l'éloignent si fort des Singes, peuvent être considérés comme le résultat de la sélection naturelle. D'autres ont comparé les modes de développement du fœtus; d'autres encore se sont attachés aux particularités d'organisation les plus insignifiantes en apparence.

Au point de vue où nous nous sommes placé, il serait superflu de parcourir tout le détail des observations consignées jusqu'à présent. La conclusion surtout nous intéresse. Or, la conclusion est claire; depuis longtemps elle s'est imposée aux darwinistes eux-mêmes. La voici :

Si le Gorille ressemble davantage à l'Homme par les caractères anatomiques des mains et des pieds, le Gibbon s'en rapproche plus par la conformation de la cage thoracique, l'Orang par celle du cerveau, le Chimpanzé par celle du crâne et des dents... Bref, les rapports morphologiques changent *suivant les caractères considérés*, et, dans la détermination de notre ancêtre, l'arbitraire peut seul fixer les préférences. Aussi plus personne n'ose affirmer nos liens de parenté immédiate avec l'un quelconque des Singes anthropoïdes.

5. NOTRE ANCÊTRE IMMÉDIAT.

Darwin et Haeckel glissaient déjà des formes de transition hypothétiques entre l'Homme et les Primates les plus élevés (1). Si du moins les apparences justifiaient ces tours de passe-passe!

Au témoignage de M. Topinard (2), Huxley n'exprime son opinion sur la descendance immédiate de l'Homme

(1) Darwin, *La Descendance de l'Homme*, t. I, p. 229. —Haeckel, *Histoire de la création*, p. 585; *Anthropogenie*, p. 520.

(2) Topinard, *Les Dernières étapes de la généalogie de l'Homme*, Rev. d'anthropol., 1888, p. 318.

dans aucun de ses ouvrages. L'anatomiste anglais préfère en général « laisser aux mains puissantes de M. Darwin les conséquences des développements où il entre » (1). C'est plus commode et assurément moins compromettant.

Dans son cours de 1862 à 1864, publié sous le titre *Leçons sur l'Homme,* Carl Vogt conclut nettement à la multiplicité des espèces humaines, et les rattache chacune à une espèce de Singes différente, tout en admettant lui aussi des types intermédiaires inconnus.

« Si, sur différents point du globe, dit-il, il a pu provenir de différentes souches des Singes anthropoïdes, nous ne voyons pas pourquoi ces différentes séries n'auraient pas pu poursuivre leur évolution progressive vers le type humain ; bref, nous ne voyons pas pourquoi les Singes américains n'auraient pas pu former des espèces d'Hommes américaines, les Singes africains le Nègre, les Singes asiatiques le Négrito (2). »

Le magnifique ouvrage du professeur genevois sur *Les Mammifères,* paru en 1883, accuse un revirement complet d'idées ou plutôt une incertitude « très remarquable de la part d'un homme qui ne craint pas habituellement de se prononcer », et qui a fait réfléchir M. Topinard lui-même (3).

Suivant Carl Vogt, il ne s'est opéré « aucune évolution du type simien à travers les périodes géologiques » ; on ne peut « signaler aucun progrès de ce type depuis l'époque du miocène supérieur »... Donc « l'Homme ne peut être mis en relation génésique directe ni avec les Singes actuels, ni avec aucun des Singes fossiles connus, mais les deux (Hommes et Singes) ont surgi d'une souche commune dont les caractères se font encore voir dans le jeune âge plus rapproché de la souche que l'être adulte (4) ».

(1) Huxley, *La Place de l'Homme dans la nature,* préface, p. VI.
(2) Vogt, *Leçons sur l'Homme,* p. 617-626.
(3) Rev. d'anthropol., 1888, p. 324.
(4) Vogt, *Les Mammifères,* p. 65.

Vogt ne dit pas, bien entendu, quelle est cette souche commune à l'Homme et aux Singes. De ses raisonnements il faudrait conclure que ce serait un Ongulé. Mais M. Topinard se refuse à cette idée.

Enfin, dans son article de 1891 sur les *Dogmes dans la science*, parlant de la généalogie de Haeckel, il dit : « Rien n'est précis dans ce domaine... Et c'est en présence de ce tohubohu d'opinions divergentes et opposées, où l'on ne voit ni les premiers ni les derniers jalons, ni ceux du milieu, qu'on nous affirme péremptoirement et sans réplique que la série des ancêtres de l'Homme constitue une chaîne non interrompue de formes, développées les unes des autres dans une unité continue, et que c'est une loi applicable à toutes les espèces sans distinction (1)! »

Voilà donc Vogt réduit à n'avoir plus de système. L'aveu de ses ignorances lui fait honneur. Il semble que certains savants ne sauraient, comme lui, s'efforcer d'être toujours vrais. M. Topinard, ancien secrétaire de la Société d'anthropologie de Paris, nous en donne une preuve frappante. Le lecteur nous pardonnera de le citer : il faut qu'on apprécie comme il convient les déclamations tapageuses et incohérentes de nos matérialistes libres penseurs.

Nous lisons dans une étude sur *Les Dernières étapes de la généalogie de l'Homme*, publiée en 1888 par la REVUE D'ANTHROPOLOGIE :

Quand il s'agit de la dérivation de l'Homme, « il ne peut être question de spécifier l'un des trois grands Anthropoïdes ; car, si l'on entrait dans le détail de ces types, on serait forcé de les rejeter tous... L'Anthropoïde quelconque qui, à un moment quelconque, s'est changé en Homme, nous est évidemment inconnu ;... aucune espèce ne conduit positivement d'un Singe quelconque à un Homme quelconque ». M. Topinard n'en conclut pas moins

(1) REV. SCIENT., 1891, t. XLVII, p. 649.

que « *nous descendons du Singe, ou du moins que tout se passe comme si nous en descendions* ». Et pour se justifier, il en appelle à la méthode fort suspecte de ceux qui prétendent découvrir certains enchaînements des restes animaux fossiles malgré l'insuffisance reconnue des données d'observation. « En paléontologie, dit-il, ce qu'on nous montre comme des séries d'espèces ne sont habituellement que des séries de caractères. Or l'anthropologie comparée nous fait voir une foule de caractères formant séries, allant des Singes à l'Homme, en passant ou non par les Anthropoïdes (1). »

La théorie de notre parenté avec les Singes reposerait donc sur ce seul fait qu'en examinant un grand nombre d'Hommes de différentes races, on réussirait peut-être à observer dans notre espèce, à l'état d'anomalie, de monstruosité ou de propriété individuelle, un certain nombre de caractères réalisés l'un chez le Gorille, un autre chez le Chimpanzé, un troisième chez l'Orang, d'autres encore chez l'un quelconque des Singes inférieurs. Mais comment l'Homme a-t-il pu — en vertu surtout des principes du transformisme — emprunter quelque chose à chacun de ces divers animaux, sans descendre d'aucun d'eux? Quel rapport l'Homme aura-t-il avec le *type général* dont parle M. Topinard, et qui n'a d'existence que dans son imagination? Pour nous faire retrouver tous ces caractères *divergents* et *entrecroisés*, réapparaissant par atavisme, il nous renverra peut-être, comme l'ont fait MM. Haeckel et de Mortillet, à quelques formes éteintes? Mais n'est-ce pas rendre la souche commune hypothétique des Singes plus élevée en organisation et plus semblable à l'Homme que les différents rameaux qui en sont sortis?

Décidément, M. Topinard n'a été surpassé que par le professeur d'Iéna dans l'extravagance de ses conclusions. Il ajoute :

(1) Rev. d'anthropol., 1888, pp. 342, 322 et 331. — Voir aussi Topinard, *L'Homme dans la nature*, p. 341.

Nous descendons du Singe ; « mais de quel Singe connu ou inconnu? Je l'ignore ; aucun des Singes anthropoïdes actuels n'a été assurément notre ancêtre. De plusieurs Singes ou d'un seul? Je l'ignore aussi et ne sais encore si je suis monogéniste ou polygéniste. Dans l'étude des races humaines, je vois des arguments pour et contre les deux systèmes... » (1).

Cette fois du moins c'est la suspension du jugement, c'est la réserve qui, dans l'état actuel des recherches, s'impose à tout savant désintéressé ; mais, nous le regrettons pour la réputation scientifique de M. Topinard, quelques lignes plus loin, les idées préconçues triomphent encore une fois de la froide logique. Qu'on en juge!

Nous descendons du Singe, continue l'auteur, « oui certes, mais par une foule d'intermédiaires plus ou moins anthropopithèques, dont la paléontologie ne possède aucun reste encore, mais que l'esprit entrevoit, ayant le premier un cerveau comme celui des microcéphales de Vogt, les suivants un cerveau plus grand, plus circonvolutionné, des lobes frontaux plus gros jusqu'au type actuel. A l'origine, vers le commencement du miocène peut-être, Singe et Homme ne faisaient qu'un ; une scission s'est produite, la fissure a grandi, est devenue crevasse, puis abîme de plus en plus escarpé comme les cañons du Colorado, abîme dont notre ami Abel Hovelacque ne veut pas, mais que MM. Vogt et Huxley, peu suspects d'orthodoxie, admettent, abîme qui augmente chaque jour sous nos yeux, qui permet encore de découvrir ces sentiers perdus allant d'un bord à l'autre dont parle M. Huxley..., mais qui tôt ou tard deviendra infranchissable par la disparition, d'une part, des derniers Anthropoïdes actuels, de l'autre, des dernières races humaines inférieures, et laissera l'Homme, isolé et majestueux, se proclamant avec orgueil le roi de la création... »

(1) Rev. d'anthropol., 1888, p. 331.

Ce n'est pas tout.

« Nos aspirations, notre pensée, notre action n'ont point de bornes. Tout pivote autour de nous. Que désirer de plus? Être Dieu? Cela viendra peut-être : l'évolution n'a pas dit son dernier mot. Il y a eu l'Anthropopithèque ; il y aurait l'*Anthropothéomorphe*. M. Hovelacque a essayé de reconstituer l'un ; pourquoi un jour n'essaierions-nous pas de reconstituer l'autre, l'Homme de l'avenir (1) ? »

Nous félicitons les lecteurs de M. Topinard que fascineraient les images monstrueuses de cette ébouriffante fantasmagorie! La science n'a que faire de pareils abus d'effets, dernière et misérable ressource d'un incroyant aux abois.

Par malheur, la foule des ignorants est si facile à charmer, surtout quand on flatte ses passions! Ce serait le cas de lui dire avec le poète :

> « Ne prends pas pour de l'or tout le clinquant qui luit :
> Frappe sur les tonneaux, tu verras le plus vide
> Faire toujours le plus de bruit (2). »

6. L'EMBRYOGÉNIE ET L'ÉVOLUTION.

L'argument tiré des faits de l'embryogénie fournit un exemple non moins curieux de la méthode haeckelienne : « Ces faits, dit le professeur d'Iéna, ne sauraient plaire à ceux qui creusent un abîme entre l'Homme et le reste de la nature, à ceux surtout qui ne veulent pas entendre parler de l'origine animale du genre humain (3). »

Dès 1824, Antoine Serres, médecin français célèbre par ses travaux d'anatomie comparée, observa que tout animal supérieur rappelle successivement, pendant son développement embryonnaire, les principaux degrés

(1) Revue d'anthropol., 1888, p. 332.
(2) Gomberville.
(3) Haeckel, *Histoire de la création*, p. 261.

d'organisation inférieurs ; que l'Homme lui-même, d'abord simple infusoire, devient tour à tour mollusque, annelé, poisson, reptile, mammifère.

Darwin reprit cette idée et l'adapta à ses théories évolutionnistes. Il admit qu'il existe des concordances plus ou moins étroites entre le développement individuel d'une espèce donnée et la filiation de cette même espèce, que la succession des formes chez l'embryon d'une espèce animale supérieure pourrait révéler l'enchaînement de cette espèce avec d'autres types et même peut-être l'ordre de descendance à partir des premiers organismes vivants.

Naturaliste éminent et observateur sagace, Darwin chercha à préciser davantage, mais sans y réussir. Haeckel, qui, selon la malicieuse remarque de Carl Vogt, *sait tout*, formula bientôt avec son assurance ordinaire la *loi biogénétique fondamentale* qui résume ses idées sur la question. Énonçons-la dans le beau langage de Haeckel; mais remarquons à ce propos que, dans la préface de l'édition française de l'*Histoire de la création*, M. Charles Martins s'est mis en devoir de justifier les néologismes inutiles du naturaliste allemand, et que M. Vogt s'avoue incapable de les comprendre, le dictionnaire grec à la main (1).

« L'histoire du germe est un extrait de l'histoire de la souche, ou en d'autres termes, *l'ontogénie est une récapitulation en raccourci de la phylogénie,* ou en termes plus explicites encore, la série des formes que parcourt l'organisme individuel pendant son développement à partir de la cellule-œuf jusqu'à son état accompli, est une récapitulation courte et serrée des formes que les ancêtres de ce même organisme (ou les formes-souches de son espèce) ont parcourues depuis les temps les plus reculés, depuis la soi-disant création organique jusqu'à nos jours (2). »

Appliquée à l'Homme, cette loi pose en fait que, durant

(1) Rev. scient., t. XX, 1877, p. 1090.
(2) Haeckel, *Anthropogenie*, 1877, p. 6.

les deux premiers mois de sa vie embryologique, le fœtus passe successivement par un certain nombre de formes rappelant les principaux termes de la série généalogique de Haeckel. D'abord simple cellule, il finirait, après bien des différenciations communes aux autres vertébrés, par présenter successivement les traits fondamentaux de l'Amphioxus, de la Lamproie, des Requins, des Dipneustes, des Amphibies, des Marsupiaux, des Prosimiens et des Singes, donnant ainsi, pendant sa courte évolution embryonnaire, une idée excellente de ses lointaines origines.

En elle-même, la loi n'a rien d'invraisemblable, et on conçoit qu'elle aurait pu être l'expression fidèle et rigoureuse des observations. L'Homme naît réellement, comme les autres vertébrés, d'une cellule-œuf nucléée, qui, par segmentation et différenciation progressives, donne un produit très semblable, *vers tel moment bien choisi*, aux embryons du Singe, du Chien et d'autres genres moins élevés. Mais les données de l'embryologie comparée ne permettent guère d'affirmer davantage. Haeckel lui-même, tout en proclamant fièrement le principe, est contraint d'avouer que le parallélisme est très imparfait. Pour l'établir, il cite à peine, comme Darwin du reste (1), quelques ressemblances *isolées* sans signification nette et d'une importance très discutable. Encore, les dessins par lesquels il représente les embryons de différentes espèces, l'Homme compris, pour en montrer les similitudes, ont été falsifiés pour le besoin de la cause (2). Ce trait de probité scientifique permet de préjuger la question. Il n'étonnera point les lecteurs du professeur allemand : chaque page trahit trop bien ses préoccupations ordinaires.

Malgré tout, Carl Vogt a voulu faire à Haeckel l'hon-

(1) Darwin, *La Descendance de l'Homme*, p. 15.

(2) Rev. quest. scient., 1889, t. XXV, p. 131. — Vigouroux, *Les Livres saints et la critique rationaliste*, t. II, p. 608, note. — De Nadaillac, *Le Problème de la vie*, p. 48, note.

neur de discuter à fond les preuves alléguées en faveur de la loi. Son appréciation nous est d'autant plus précieuse que le professeur de Genève admettait, il y a quelques années, un parallélisme assez rigoureux entre les diverses phases de développement des animaux actuellement vivants et la succession des fossiles depuis leur première apparition jusqu'à la période moderne. Cette fois encore le savant suisse a eu beau jeu.

Haeckel n'avait pu se dissimuler que sa fameuse loi était fréquemment démentie par les découvertes des naturalistes. Ce désaccord eût intimidé tout autre que le créateur du monisme. Pour l'empêcher définitivement de nuire au dogme, Haeckel imagina la loi de l'*hérédité abrégée*, d'après laquelle les séries de formes évolutives inférieures peuvent présenter des lacunes ou être *incomplètes*, et la loi de l'*hérédité falsifiée*, d'après laquelle certains types d'une lignée généalogique peuvent présenter des anomalies inexplicables ou être *altérés*. Le remède était radical et, aux yeux des naïfs, la théorie était sauvée. Mais Carl Vogt ne pouvait manquer de dénoncer cette fraude, qui substituait l'arbitraire d'un système à la réalité des faits, les inventions d'un esprit aventureux aux données positives de l'observation En 1877 il écrivait :

« Il est évident qu'en considérant les choses au point de vue de M. Haeckel lui-même, il n'y a pas une ontogénie ni une phylogénie quelconque qui ne soit falsifiée d'un bout à l'autre (1). »

Plus tard, attaquant de nouveau la *loi biogénétique fondamentale*, il dit : « Au lieu de délaisser le dogme, désormais insoutenable, on a inventé une chose plus insoutenable encore, si cela est possible. On parle de *cénogénie* ou embryogénie falsifiée. Pauvre logique, comme on la torture! La nature qui dénature son propre plan en y introduisant des éléments hétérogènes, qui troublent

(1) Vogt, *L'Origine de l'Homme*, Rev. scientif., 1877, t. XIX, p. 1059.

l'homogénéité de la loi biogénétique!... Maudit embryon qui désobéit à la loi octroyée par un prince de la science; nous allons le stigmatiser comme faussaire (1)! »

Tout récemment il est revenu, mais en des termes encore plus durs, sur les inventions inqualifiables de Haeckel. Voici la thèse qu'il démontre dans son article sur les *Dogmes dans la science* paru en mai 1891 :

« *Le parallélisme primitivement statué entre les embryons et les ancêtres a été tacitement abandonné depuis quelque temps.* Il a été abandonné avec l'aveu de l'impossibilité qui existe quant à la réduction phylogénique pure et simple des formes embryonnaires ou larvaires; il a été abandonné lorsqu'on a reconnu que, dans une quantité de cas, on ne peut voir dans les ancêtres des phases de développement ontogénique; il succombe entièrement lorsqu'on doit dire avec Lang « que le développement (ontogénique) peut suivre des voies différentes pour arriver à la même phase finale (2). »

L'évidence finit par s'imposer aux esprits les plus rebelles. Le fougueux professeur d'Iéna, qui a toujours fait mine de croire ses principes et leurs conséquences immédiates au-dessus de toute critique, vient de se rallier lui-même à la manière de voir de son collègue de Genève. Qu'on en juge par ces quelques lignes rencontrées sous sa plume dans la REVUE SCIENTIFIQUE, à la date du 18 novembre 1893.

Haeckel constate d'abord l'impossibilité de reconstituer des séries entières de types par suite de la destruction très probable d'une infinité de fossiles, puis il ajoute :

« Dans cette misère, les naturalistes ont fouillé d'autres voies, plus âpres, plus sinueuses, mais aussi moins fécondes. Partant de ce fait que le développement d'un organisme n'est que la succession entière ou raccourcie

(1) Vogt, *Quelques hérésies darwinistes*, REV. SCIENT., 1886, t. XXXVIII, p. 485.

(2) Vogt, *Dogmes dans la science*, REV. SCIENT., t. XLVII, 1891, p. 650.

des phénomènes morphologiques qui lui ont donné dans le temps progressivement naissance, ils ont pensé que les faits embryogéniques pourraient, au moins dans leur ensemble, être consultés pour la reconstitution des principaux états antérieurs de l'être, ou pour tout dire en un mot, l'*ontogénie en reproduit la phylogénie condensée.*

» Si cette proposition avait été, dans toute son étendue, aussi vraie que semble l'indiquer sa forme aphoristique, le problème de l'évolution animale ou végétale eût trouvé sa solution naturelle dans les études embryogéniques. Mais la nature se plie mal à nos formules rigides ; aussi les plus ardents d'entre les embryologistes ont-ils été, après de vaillants efforts, bien obligés de reconnaître que les données embryogéniques acquises en zoologie, bien que très fécondes en soi, ne formaient pas à elles seules, même après avoir passé au crible de la plus sévère et de la plus rigoureuse interprétation, un capital de faits capables de constituer des assises suffisantes pour une classification évolutive.

» Cet insuccès partiel du principe sur le terrain zoologique devait se transformer en un véritable désastre dans le domaine de la botanique. On peut hardiment affirmer, en effet, que si la science des animaux s'est enrichie par la connaissance de quelques stades embryogéniques pleins d'enseignement pour l'évolution, rien de satisfaisant, par contre, n'a pu être déduit des faits déjà nombreux compendieusement acquis par les botanistes qui se sont voués aux pénibles recherches d'embryogénie végétale. Tel est le bilan, telle est la situation sur ce double terrain. »

Voilà encore une fois le matérialisme en aveu.

Et c'est le même Haeckel qui, il y a quelque vingt ans, se donnait pour mission de « faire pénétrer dans le public la conception des vrais rapports de l'Homme avec le reste de la nature », et de remettre sur la bonne voie « nos philosophes raisonneurs et nos théologiens qui croient

arriver, par des spéculations pures et des inspirations divines, à comprendre l'organisme humain » (1) !

Concluons. La soi-disant *loi fondamentale du développement organique* est une de ces généralisations gratuites que, grâce à certaines formes séduisantes, l'école transformiste sait si bien faire accepter. Quant aux lois complémentaires de l'*hérédité altérée* et de l'*hérédité abrégée,* on ne les invoque — pour me servir des expressions de Carl Vogt — que « par présomption, par ignorance ou par paresse ».

Nous venons de passer en revue les principaux arguments des partisans de notre origine simienne : ils se réduisent à des conjectures aventureuses ou à des inductions illégitimes. Les darwinistes eux-mêmes en ont fait justice.

Il n'en est pas moins vrai que la science est redevable à Darwin, à Wallace et à leurs disciples, d'une foule d'observations précises et d'expériences ingénieuses. L'hypothèse transformiste a provoqué de magnifiques travaux, nous aimons à le reconnaître. Elle a servi surtout à mettre en lumière les rapports de ressemblance des organismes vivants ou fossiles des deux règnes.

Ces rapports existent, tout le monde en convient. Sans doute, les animaux se rattachent à un certain nombre de types principaux ; ils peuvent être considérés comme dérivant les uns des autres par des modifications convenables. Les naturalistes l'ont reconnu il y a longtemps, et les classifications proposées depuis Linné et Lamarck témoignent assez de leurs efforts pour les grouper méthodiquement suivant l'ordre réel, quoique peu apparent parfois, de leur complication croissante. Mais, on ne doit pas l'oublier, quel qu'ait été le mode d'apparition des espèces, il faut bien qu'on trouve des similitudes plus marquées

(1) Haeckel, *Histoire de la création,* pp. 261, 262.

entre telles formes qu'entre telles autres ; il est même fort probable que chaque type tant ancien que récent, fût-il produit par génération spontanée, par évolution lente ou par création, garderait à peu près sa place dans nos tableaux taxonomiques. Dès lors, à défaut d'autres preuves, les classifications, si logiques soient-elles, n'établissent point l'enchaînement successif par voie de descendance, car, quoi qu'en pensent les darwinistes, il y a loin de l'unité de plan à l'unité d'origine, et la parenté idéale n'implique pas la parenté réelle.

Fr. Dierckx, S. J.

APERÇU GÉNÉRAL SUR LA PHYSIOLOGIE

DU CORPS THYROÏDE

L'étude des fonctions du corps thyroïde (1), négligée pendant de nombreuses années, n'est entrée dans une phase active que depuis peu de temps ; et si hier encore il était permis d'écrire que « la physiologie de la glande thyroïde est entourée d'une grande obscurité », il n'en est plus de même aujourd'hui : les travaux se sont multipliés, des recherches d'une originalité parfois surprenante ont été instituées de toutes parts, et l'heure est venue, pensons-nous, où l'exposé des faits observés, leur interprétation et les conclusions que l'on en peut déduire ne seront pas sans intérêt pour ceux qui consacrent une part de leur activité aux progrès des sciences biologiques.

Avant d'engager la discussion des théories émises au sujet de la fonction thyroïdienne, esquissons à grands traits la physionomie des accidents que la thyroïdectomie détermine généralement (2) chez le chien.

(1) On sait que le corps thyroïde est un organe composé de trois lobes (un médian et deux latéraux), situé au devant de la trachée-artère à la hauteur des deux premiers arceaux cartilagineux de ce conduit. L'extirpation de cet organe se désigne par le nom de thyroïdectomie.

(2) Dix-neuf fois sur vingt environ.

Ces accidents revêtent soit une forme aiguë, soit une forme chronique : manifestations nerveuses dans le premier cas, troubles de la nutrition et du développement dans le second.

Pendant les deux ou trois premiers jours, l'animal n'accuse rien de spécial dans son caractère ou dans sa manière d'être habituelle ; puis il perd l'appétit, il fuit la lumière et devient somnolent ; lorsqu'on le fait lever, on constate de la raideur du train postérieur ; les jambes de derrière sont écartées dans la station debout et pendant la marche. Celle-ci prend bientôt un caractère ataxique si caractéristique qu'il suffirait presque à lui seul pour faire reconnaître un chien thyroïdectomisé. En même temps apparaissent des contractions fibrillaires, auxquelles font suite des contractions cloniques, ultérieurement remplacées par de la contracture permanente.

Cet état, entrecoupé d'attaques épileptiformes, en nombre variable, d'une durée de deux à trois minutes et qui souvent emportent l'animal, s'aggrave chaque jour davantage.

Par intervalles éclatent parfois aussi des crises polypnéiques intenses, la respiration atteignant cent cinquante mouvements respiratoires par minute et même davantage ; d'une durée de plusieurs heures dans certains cas, ainsi que nous l'avons observé, cette crise se termine le plus souvent par la mort, survenant brusquement au cours de l'accès.

Tandis que ces phénomènes se déroulent, l'inappétence est absolue, un amaigrissement considérable se manifeste, et lorsque l'animal ne succombe pas au cours d'une attaque épileptiforme ou d'une crise polypnéique, la cachexie apparaît, la cachexie strumiprive ou strumipare, également appelée myxœdème, état analogue à celui qui se manifeste chez l'homme à la suite de la thyroïdectomie et sur lequel J. Reverdin attira l'attention des savants au congrès de chirurgie de Genève en 1882.

Ces dernières manifestations morbides constituent le second ordre d'accidents que la thyroïdectomie détermine. Cet état est essentiellement caractérisé par l'arrêt du développement, par l'apparition d'un œdème généralisé à caractères particuliers, et par des troubles trophiques de nature variable. Contrairement aux premiers, ces derniers accidents évoluent lentement, tantôt se développant d'emblée, plusieurs semaines, plusieurs mois, voire même plusieurs années (1) après la thyroïdectomie, tantôt faisant suite aux accidents aigus un temps variable après la disparition parfois complète de ceux-ci.

Les conséquences de la thyroïdectomie étant connues, voyons quelles sont les hypothèses émises à ce sujet et examinons la valeur des arguments présentés.

Les principales théories émises au sujet de la fonction thyroïdienne sont au nombre de trois, à savoir :

La théorie mécanique ou vasculaire ;

La théorie hématopoiétique ;

La théorie chimique ou sécrétoire.

Mentionnons toutefois l'opinion de H. Munk, qui estime que les suites de la thyroïdectomie sont plutôt le fait du traumatisme et de ses conséquences (sections nerveuses, suppurations, etc.).

I. — THÉORIE MÉCANIQUE.

D'après cette théorie, le corps thyroïde exercerait le rôle de régulateur de la circulation cérébrale, et les accidents consécutifs à la thyroïdectomie seraient dus à une hypérémie du cerveau déterminée par la suppression de l'organe chargé de régulariser l'afflux sanguin vers l'encéphale.

Les arguments sur lesquels s'appuient les partisans de cette doctrine sont d'ordre anatomique et physiologique.

(1) On consultera avec intérêt l'importante statistique que Gley a publiée dans les *Comptes rendus de la Société de Biologie*, 1891.

Le corps thyroïde reçoit ses vaisseaux de l'artère sous-clavière et de la carotide externe. Si donc la tension artérielle s'élève dans le système brachio-céphalique, la glande thyroïde recevant une plus grande quantité de sang deviendra turgescente : cette augmentation de volume, qui est considérable, a pour effet de pousser le corps thyroïde contre l'artère carotide ; celle-ci se trouvant comprimée, il en résulte que la tension artérielle diminue en aval, c'est-à-dire du côté du cerveau.

Il peut sembler téméraire d'admettre que l'augmentation de volume de la glande thyroïde puisse avoir pour effet de diminuer la tension dans l'artère carotide par la simple compression de ce vaisseau, surtout si l'on songe que chez le chien cette tension s'élève à quinze centimètres de mercure (Beaunis).

Si l'on en juge cependant par les observations de Maignien et par les expériences de Mosso, l'on admettra que la régularisation de la circulation cérébrale constitue l'une des propriétés physiologiques de la glande thyroïde.

Maignien a fait observer que dans les efforts soutenus en arrêt expiratoire, les pulsations de l'artère carotide externe et de ses branches sont affaiblies : l'auteur attribue ce fait à la turgescence veineuse que subit la glande thyroïde pendant l'effort d'expiration ; par un mécanisme identique à celui que nous venons d'exposer, elle comprimerait les carotides, dans lesquelles la tension sanguine diminue aussitôt en aval.

D'autre part, Mosso mesure la tension dans le sinus longitudinal supérieur d'un chien ; après avoir extirpé les corps thyroïdes, il constate que la tension s'élève aussitôt et demeure supérieure à ce qu'elle était avant la thyroïdectomie.

Quelle valeur séméiologique peut-on légitimement accorder à cette fonction de la glande thyroïde dans la production des accidents consécutifs à la thyroïdectomie ?

Nous admettons que le corps thyroïde régularise dans une certaine mesure la circulation cérébrale; qu'il tend à modérer l'afflux sanguin vers l'encéphale lorsque par suractivité cardiaque — quelle qu'en soit la cause d'ailleurs — il y a tendance à l'hypérémie cérébrale, ou lorsque, par un obstacle à la circulation, les centres nerveux sont exposés à la stase sanguine. Mais ce qui semble inadmissible, c'est que l'on considère les accidents consécutifs à la thyroïdectomie comme relevant d'une perturbation de la circulation cérébrale.

En effet : 1° Le tableau des accidents consécutifs à la thyroïdectomie diffère de celui que détermine l'élévation de la tension sanguine produite par divers moyens dont nous n'avons pas à traiter en ce lieu. 2° Si telle était son origine, le tableau symptomatique des manifestations morbides apparaîtrait sitôt la thyroïdectomie pratiquée; or il tarde parfois plusieurs jours, plusieurs semaines, et parfois même plusieurs mois avant de se développer; ce fait nous semble inconciliable avec la théorie mécanique telle que nous l'avons exposée plus haut. 3° Enfin, et ceci aurait pu déjà suffire, cette doctrine est absolument incompatible avec certaines expériences que nous nous bornons ici à citer, à savoir : les greffes thyroïdiennes de Schiff, les expériences de transfusion sanguine pratiquées par Rogowitsch et par Fano et Zanda, les injections de suc thyroïdien aux animaux en évolution d'accidents aigus expériences de Vassale et de Gley), etc.

II. — THÉORIE HÉMATOPOIÉTIQUE.

A côté de cette théorie s'en est élevée une autre, la théorie hématopoiétique, en vertu de laquelle les accidents ordinaires consécutifs à l'extirpation du corps thyroïde seraient dus à un défaut de l'hématose : non que les manifestations diverses surviendraient comme la consé-

quence d'une diminution du nombre des globules rouges, — car de nombreuses recherches ont démontré que le nombre des hématies demeurait normal, — mais parce que la capacité respiratoire du sang serait diminuée à la suite de la thyroïdectomie.

D'après Albertoni et Tizzoni :
le sang artériel d'un chien normal contient 17,8 p. c. d'oxyg.;
le sang veineux » » » 7 à 8 p. c. » ;
le sang artériel d'un chien éthyroïdé contient 8 à 11 p.c. d'oxygène seulement, donc un peu plus que le sang veineux normal, et ils formulent la singulière conclusion que les accidents seraient dus à une diminution de la capacité respiratoire du sang.

Vassale, d'autre part, a étudié les modifications que le suc thyroïdien, injecté aux animaux en évolution d'accidents, détermine dans l'aspect du sang, et il constate que « si l'on porte le suc thyroïdien dans le courant circulatoire, le sang bleuâtre des animaux malades prend une coloration d'un rouge clair aussitôt après l'injection ». L'auteur conclut à l'hypothèse suivante, à savoir que le corps thyroïde donnerait aux hématies la faculté d'assimiler l'oxygène.

Admettons les résultats obtenus par ces divers auteurs ; mais, pour diverses raisons qu'il serait trop long d'exposer en ce lieu, il ne nous est pas permis d'accepter les conclusions que formulent ceux-ci ; on pourrait d'ailleurs considérer la diminution d'oxygène et l'aspect bleuâtre du sang des animaux éthyroïdés comme la conséquence de l'accumulation de poisons que le corps thyroïde serait chargé de détruire, qui, par leur présence dans le sang, diminuent l'affinité de l'hémoglobine pour l'oxygène ; dès lors, ces expériences ne sembleront pas incompatibles avec la théorie chimique dont nous traiterons à l'instant (1).

(1) Nous recherchons en ce moment au laboratoire de médecine de l'École des Hautes-Études au Collège de France, sous la savante direction de

Avant d'aborder l'exposé de cette théorie et l'examen des faits sur lesquels elle repose, disons un mot de l'opinion professée par H. Munck, qui considère les accidents consécutifs à la thyroïdectomie comme résultant du traumatisme, des suppurations, des blessures des nerfs si nombreux en cette région.

Incontestablement, quelques symptômes peuvent parfois reconnaître une pareille origine ; mais, ainsi qu'il résulte des remarquables expériences de Fuhr, de Herzen, de Fano et Zanda, l'hypothèse de Munk ne peut s'appliquer qu'à de rares exceptions; elle est insuffisante à expliquer la symptomatologie complète des accidents, et la communication de MM. Arthaud et Magon à la Société de Biologie en 1891 ne peut infirmer l'importance des résultats acquis par les auteurs que nous venons de citer. Pour ne mentionner qu'un fait, qui seul démontre l'insuffisance de cette doctrine, rappelons que les accidents apparaissent et se déroulent avec leurs manifestations classiques en dehors de toute suppuration et de toute blessure de nerfs.

III. — THÉORIE CHIMIQUE.

Comment conçoit-on le corps thyroïde dans la théorie dite sécrétoire ou *théorie chimique ?*

Il y a trente ans déjà, Schiff émettait au sujet de la fonction thyroïdienne l'hypothèse suivante : ou bien le corps thyroïde détruit des substances toxiques, qui, après la thyroïdectomie, s'accumulent dans l'organisme et exercent une action nocive sur les centres nerveux ; ou bien il élabore dans le sang qui le traverse une substance utile au fonctionnement normal du système nerveux.

Quelles preuves peut-on faire valoir à l'appui de cette théorie ?

M. le Dr Hénocque et à l'aide de la méthode hématospectroscopique imaginée par lui, si des modifications spectroscopiques apparaissent dans le sang des animaux éthyroïdés en évolution d'accidents, ainsi que la valeur du coefficient d'activité de réduction de l'oxyhémoglobine chez ces animaux.

I. La première preuve nous est fournie par Schiff lui-même : l'illustre physiologiste pratique des greffes péritonéales de corps thyroïde, et lorsqu'il a lieu de croire que les portions introduites ont contracté des adhérences vasculaires avec les parties voisines, il extirpe les corps thyroïdes normaux et il constate que les accidents n'apparaissent pas lorsque les fragments implantés ont « pris racine » sur le péritoine, et se développent au contraire avec leur physionomie propre dans le cas opposé.

L'importance de cette expérience — vérifiée d'ailleurs par un grand nombre d'observateurs — est considérable : elle prouve d'abord que les accidents ne sont pas dus à des perturbations de la circulation cérébrale; elle démontre en second lieu qu'ils ne résultent ni du traumatisme ni de ses conséquences immédiates ou secondaires ; elle prouve enfin que l'apparition des accidents est indépendante de la situation de l'organe chargé de les prévenir, en d'autres termes, qu'il s'agit d'une action chimique.

II. Des tentatives analogues (greffes sous-cutanées) ont été pratiquées sur l'homme par divers auteurs pour combattre le myxœdème acquis ou congénital : les résultats généralement favorables de ces expériences cliniques (tels les cas de Lannelongue, de Bircher, de Bettencourt et Serano, de Merklen) constituent un nouvel argument en faveur de la théorie que nous défendons.

III. Que si, à l'exemple de Vassale et de Gley, on pratique à des animaux en évolution d'accidents des injections de suc thyroïdien, on constate qu'une amélioration immédiate, mais passagère, survient, et qu'une survie considérable peut même être obtenue à condition que l'on répète fréquemment l'injection.

IV. Transportées sur le terrain de la clinique pour combattre le myxœdème, ainsi que Murray le premier le fit en Angleterre, ces expériences donnèrent des résultats avantageux entre les mains de plusieurs : qu'il nous suffise de citer les observations de De Boeck, d'Alb. Robin, de

Bouchard, de Carter, de Beatty, de Mendel, de Davies, de Chantemesse et Marie, qui reconnaissent unanimement une amélioration notable des symptômes physiques, moins prononcée toutefois pour les troubles mentaux.

Quel est le mécanisme intime de l'action du suc thyroïdien? Les travaux ne nous renseignent guère à cet égard : les observations cliniques confirmées par les recherches physiologiques de MM. Slosse et Godart s'accordent en ce point, à savoir : que la diurèse est augmentée chez les individus myxœdémateux auxquels des injections de suc thyroïdien ont été pratiquées.

V. Un cinquième argument nous est fourni par les expériences de transfusion sanguine pratiquées par Rogowitsch en 1886, répétées et considérablement étendues par Fano et Zanda trois ans plus tard.

Si à un chien l'on injecte du sang d'un animal thyroïdectomisé en évolution d'accidents, aucun symptôme morbide ne se manifeste si l'animal en expérience se trouve dans les conditions normales. Mais qu'on lui pratique une saignée et qu'on lui injecte ensuite une quantité équivalente de sang provenant d'un animal en évolution d'accidents, on développera chez le premier, sous une forme atténuée et d'une manière passagère, les symptômes que la thyroïdectomie elle-même détermine.

Les manifestations nerveuses sont plus graves si, au lieu de pratiquer simplement une saignée, on extirpe en outre les corps thyroïdes une heure auparavant (Rogowitsch).

L'expérience inverse confirme absolument les résultats de la précédente, c'est-à-dire que si à un chien présentant des symptômes nerveux aigus consécutifs à la thyroïdectomie, l'on injecte du sang provenant d'un chien normal, les manifestations morbides s'atténueront aussitôt, sauf à reparaître ultérieurement.

Nous détachons du travail de Fano et Zanda — l'une des plus importantes études parues sur cette question — les expériences suivantes : Après avoir pratiqué une

saignée de 150 centim. cubes à un animal présentant des accidents aigus, on injecte la même quantité de sang défibriné provenant d'un animal sain, une amélioration *immédiate* se manifeste et se maintient pendant deux jours, puis les accidents reparaissent. Une injection de 120 centim. cubes de sang normal défibriné les fait disparaître de nouveau pour une durée de 48 heures.

Voici l'expérience contraire : Fano et Zanda pratiquent une saignée de 150 centim. cubes à un animal sain, et ils lui injectent la même quantité de sérum défibriné provenant d'un animal en évolution d'accidents aigus. *Immédiatement* de l'abattement se manifeste, des contractions fibrillaires, de l'ataxie, des contractures apparaissent, mais s'atténuent les jours suivants ; des crises polypnéiques et des accès épileptiformes même éclatent si la thyroïdectomie a été préalablement pratiquée (Rogowitsch).

VI. En 1891, Gley a montré que le sérum de ces animaux injecté à des sujets normaux « provoque des accidents convulsifs que ne détermine jamais le sérum d'un chien normal ».

Ces expériences établissent nettement l'origine toxique des accidents et la nature chimique de la fonction thyroïdienne. En effet, tandis que l'injection de sang normal à un animal en évolution d'accidents atténue les symptômes parce que l'on introduit dans la circulation une certaine quantité de produits capables de détruire les toxines convulsivantes dont l'organisme est surchargé, l'injection de sang provenant d'un animal malade pratiquée à un animal sain — surtout lorsqu'à ce dernier la thyroïdectomie a été récemment pratiquée — détermine des accidents chez celui-ci, parce que l'on introduit des matières toxiques en quantité plus considérable qu'il ne peut en détruire.

Ainsi se trouvent donc démontrées, d'abord la nature chimique de la fonction thyroïdienne, et ensuite cette proposition : que *le corps thyroïde est chargé de détruire des substances toxiques* et non pas de sécréter des substances utiles au fonctionnement du système nerveux.

Partant de cet ordre d'idées, divers auteurs ont étudié la toxicité des tissus et des produits de sécrétion des animaux en évolution d'accidents.

VII. Dans des expériences récentes, Rossi et Vassale ont recherché la toxicité d'extraits de muscles d'animaux éthyroïdés, et ils ont constaté que, tandis que l'injection intraveineuse d'extrait musculaire d'un animal sain ne produit que de légers troubles qui disparaissent rapidement, l'injection d'extrait des muscles provenant d'animaux éthyroïdés détermine chez les animaux sains de l'abattement, des vomissements, de la contracture, de l'ataxie, des convulsions, tous phénomènes rappelant ceux qui suivent l'extirpation de la glande thyroïde.

VIII. Utilisant la méthode de Bouchard, Laulanié et Gley, les premiers, ont fait en 1891 des recherches sur la toxicité urinaire des chiens éthyroïdés, et ils ont conclu tous les deux à l'augmentation de toxicité des urines à la suite de la thyroïdectomie.

Mais au congrès de physiologie qui s'est tenu à Liége en 1892, MM. Godart et Slosse mirent en doute l'élévation du coefficient urotoxique des animaux éthyroïdés.

Nous avons repris les expériences de ces distingués expérimentateurs et nous avons abouti aux conclusions suivantes :

1° La toxicité urinaire s'élève après la thyroïdectomie ;

2° La courbe de toxicité suit sensiblement celle des accidents consécutifs à la thyroïdectomie ;

3° La toxicité s'élève considérablement au moment des attaques épileptiformes et des accès de polypnée.

Nos expériences (1) confirmant celles de Laubanié et de Gley, constituent donc un argument de plus en faveur de la théorie chimique de la fonction thyroïdienne.

(1) Voir les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de la Société de Biologie* (3 février et 24 février 1894) ainsi que les *Archives de Physiologie* (15 avril 1894).

Résumons donc ce qui précède :

a) Le corps thyroïde régularise dans une certaine mesure la circulation cérébrale. Cette fonction du corps thyroïde est absolument secondaire, et les accidents qui résultent de la thyroïdectomie ne peuvent en aucune manière être attribués à des perturbations de la circulation cérébrale.

b) Le corps thyroïde n'est pas un organe hématopoiétique.

c) Le corps thyroïde est une glande à sécrétion interne qui a pour fonction de détruire des toxines convulsivantes produites par l'organisme.

Nous appuyons cette troisième proposition :

1° Sur les résultats des greffes thyroïdiennes sus-péritonéales pratiquées à des animaux (Schiff) ;

2° Sur les résultats des greffes thyroïdiennes sous-cutanées chez les individus myxœdémateux (Lannelongue, Bircher) ;

3° Sur l'effet des injections de suc thyroïdien pratiquées à des animaux en évolution d'accidents aigus (Vassale, Gley) ;

4° Sur les résultats des injections de suc thyroïdien chez des individus myxœdémateux (Murray et d'autres) ;

5° Sur l'effet nuisible du sang provenant d'un animal malade injecté à un animal sain, et sur l'effet utile du sang normal injecté à un animal en évolution d'accidents (Rogowitsch, Fano et Zanda);

6° Sur les recherches ayant trait à la toxicité du sérum des chiens éthyroïdés (Gley) ;

7° Sur les expériences concernant la toxicité du tissu musculaire des animaux éthyroïdés (Rossi et Vassale) ;

8° Sur les résultats des recherches touchant les modifications de la toxicité urinaire des animaux éthyroïdés en évolution d'accidents aigus (Laulanié, Gley, P. Masoin).

Dr Paul Masoin.

BIBLIOGRAPHIE

I

I. Armand de Quatrefages de Bréau. — Liste chronologique de ses travaux, par G. Malloizel, sous-bibliothécaire au Muséum, précédée d'une préface par le Dr J. Deniker, bibliothécaire du Muséum. — Autun, 1893.

II. Les Émules de Darwin, par A. de Quatrefages, précédé d'une préface par M. Edmond Perrier, membre de l'Institut, professeur au Muséum, et d'une notice par M. E.-T. Hamy, membre de l'Institut, professeur au Muséum. — 2 vol. in-8° de la *Bibliothèque scientifique internationale*. — Paris, Alcan, 1894.

I. Ces deux publications, d'allure très différente, sont l'une et l'autre un hommage à la mémoire de M. de Quatrefages, voilà pourquoi nous les réunissons dans le même compte rendu.

L'utilité de la première nous semble bien indiquée dans les lignes suivantes du Dr Deniker. " Il y a différentes façons de rendre publiquement hommage à la mémoire d'un grand savant. Celle qui consiste à réunir en un seul tout les indications concernant ses publications, pour être la plus modeste, n'en est pas moins une des plus utiles. En effet, n'est-ce pas faire revivre en quelque sorte le travailleur lui-même que de donner un inventaire raisonné et chronologique, jour par jour, de son œuvre, de tout ce qu'il a cru bon de faire imprimer?

„ En parcourant la liste des ouvrages d'un savant, on peut suivre pas à pas, à travers l'aridité apparente d'une sèche

nomenclature, le développement progressif de ses idées. Dans les cas d'une carrière scientifique très longue, comme celle du regretté et illustre M. de Quatrefages, qui embrasse plus d'un demi-siècle, on peut même découvrir, dans la succession de titres d'ouvrages, le reflet des préoccupations de telle ou telle époque, des traits saillants de l'évolution de telle ou telle idée (1). »

A ces considérations très justes du savant bibliothécaire du Muséum, on peut en ajouter une autre, et remarquer qu'au point de vue pratique, la *liste chronologique* de M. Malloizel rend à tous ceux qui s'occupent d'anthropologie ou de sciences naturelles un service signalé. En effet les travaux de M. de Quatrefages portent sur les questions les plus diverses, ils ont été dispersés dans une foule de recueils, quelques-uns ont été reproduits plusieurs fois et pas toujours d'une façon identique; comment s'orienter dans ce dédale sans un catalogue clair et méthodique qui donne les indications nécessaires aux chercheurs? Celui qu'a dressé M. Malloizel, et qui contient 574 numéros, nous semble répondre parfaitement à cette destination. Les travaux de M. de Quatrefages sont indiqués dans l'ordre de leur apparition, depuis le 13 novembre 1829 jusqu'en janvier 1892, et pour permettre de retrouver facilement les ouvrages du savant professeur dont on ne connaîtrait ni la date, ni le titre exact, M. Malloizel a eu l'heureuse idée d'ajouter à son catalogue une table analytique des matières dressée avec le plus grand soin. Un très beau portrait du regretté professeur d'anthropologie, la liste de tous ses titres universitaires et autres, celle des articles biographiques et nécrologiques écrits à l'occasion de sa mort complètent la série de documents que M. Malloizel a rassemblés dans son excellente brochure.

II. La seconde publication, sur laquelle nous nous étendrons davantage, est due aux soins de MM. Perrier et Hamy, tous deux membres de l'Institut et professeurs au Muséum. Ces savants ont réuni, en deux volumes de la *Bibliothèque scientifique internationale,* une série d'articles publiés dans le *Journal des Savants* (2) par M. de Quatrefages, pendant les dernières années de sa vie, sur les transformistes les plus marquants. C'est une

(1) Préface par le Dr Denicker, pp. 1 et 2.

(2) Malloizel, *Liste chronologique,* du n° 535 au n° 572; on y trouvera l'indication des nos du JOURNAL DES SAVANTS où ces articles ont été publiés pour la première fois.

longue et curieuse galerie dans laquelle passent successivement sous les yeux du lecteur MM. Wallace, Naudin, Romanes, Vogt, Haeckel, Huxley, Owen, Mivart, d'Omalius d'Halloy, etc... A cette série d'études les éditeurs ont joint, M. Hamy la leçon à la fois spirituelle et émue qu'il a prononcée, le 31 mai 1892, en prenant possession de la chaire d'anthropologie du Muséum comme successeur de M. de Quatrefages, M. Perrier une consciencieuse étude sur les travaux zoologiques qui avaient rempli la première moitié de la carrière scientifique du regretté professeur.

Les articles de M. de Quatrefages sur les chefs du transformisme ne sont ni des portraits, ni des biographies, ni même des analyses de tous leurs travaux. Qu'ils soient botanistes comme M. Naudin, naturalistes-voyageurs comme Wallace, anatomistes comme Owen, géologues comme d'Omalius, M. de Quatrefages, tout en rendant justice à leurs recherches et à leurs découvertes, ne leur demande ici que leur avis sur les doctrines transformistes. Comment les ont-ils comprises? Dans leur exposé, se rapprochent-ils ou s'éloignent-ils de Darwin? C'est en effet la fameuse théorie du naturaliste anglais, qu'il a exposée ailleurs (1) avec tant de lumière et d'impartialité, c'est le darwinisme qui sert à M. de Quatrefages de règle d'appréciation et comme de commune mesure. C'est à lui qu'il compare les diverses conceptions de ceux qu'il a nommés *les émules de Darwin,* c'est à nous dire l'accord ou le désaccord de leurs vues avec la théorie type, cette forme la plus séduisante et la plus logique du transformisme, que ces deux volumes sont consacrés.

Cet examen, il faut en convenir, amène le professeur du Muséum à constater plus souvent le désaccord que l'harmonie entre les chefs du transformisme. C'est une véritable *histoire des variations* du darwinisme qu'il a écrite, et ces variations entre coreligionnaires scientifiques ne sont pas de simples nuances d'opinion, mais des divergences graves portant sur les fondements mêmes ou les conséquences les plus importantes de la doctrine.

Voici par exemple M. Wallace. On sait qu'il partage avec Darwin l'honneur d'être le père du transformisme. On sait également qu'il est resté plus fidèle, on pourrait presque dire, que Darwin lui-même, aux principes fondamentaux de la théorie : la lutte pour l'existence, la sélection naturelle, l'utilité personnelle

(1) *Darwin et ses précurseurs français,* 2e édit., 1892, pp. 86-110.

et immédiate expliquant tous les changements éprouvés par les êtres vivants. Et comme il s'est cantonné sur un terrain bien plus restreint que Darwin, qu'il s'est surtout occupé des oiseaux et des insectes, il a eu plus de facilité que le maître à montrer l'accord de la doctrine avec les faits. Eh bien ! malgré tout, il se sépare de lui, violemment, on peut le dire, sur le problème spécial et si grave des origines humaines. Ne pouvant expliquer par l'utilité personnelle et immédiate plusieurs des aptitudes de l'homme, il en conclut qu'il ne peut être le produit de la sélection naturelle, mais qu'il faut attribuer à une sorte de sélection divine certaines particularités de son organisme et surtout ses facultés mentales.

Pour être moins radicales, l'hérésie ou plutôt les hérésies de M. Carl Vogt n'en sont pas moins très apparentes. M. Vogt est un naturaliste sérieux, qui ne se paie pas de mots, et qui, tout en acceptant les principes fondamentaux du darwinisme, s'est réservé le droit de reviser les conceptions de son maître, et de les soumettre au contrôle des faits. Or cette disposition et cet examen l'ont séparé de Darwin sur plusieurs points capitaux. “ Contrairement au père de la doctrine, il subordonne la sélection aux conditions d'existence, chez l'embryon aussi bien que chez l'adulte, et en arrive à nier la possibilité de l'accord admis par le savant anglais entre l'*embryogénie* et la *phylogénie*. A côté du *progrès général,* dont témoigne l'ensemble des règnes organiques, il place la *dégradation,* et lui attribue le premier rôle dans la constitution de nombreuses espèces. Il montre la *convergence des types* aboutissant au même résultat, et mettant en défaut, dans une foule de cas, la *loi de divergence* et la *loi de caractérisation permanente* qui, à elles deux, dominent et règlent à peu près toutes les applications de la théorie de Darwin. Enfin, à l'*unité originelle* de tous les êtres organisés, il oppose nettement la *multiplicité des souches primitives* (1); à l'*arbre unique de la vie* admis par Darwin, il substitue tout au moins un bosquet, peut-être une forêt composée d'arbres différents, dont il reste à déterminer le nombre et les essences. „

Le professeur Huxley n'a pas marchandé son admiration à Darwin; un de ses tout premiers disciples, il a rompu plus d'une lance pour défendre les idées de son maître, et, son enthousiasme croissant en raison des résistances qu'il éprouvait, il en est arrivé à vouloir égaler Darwin à Newton et à comparer le

(1) *Les Émules de Darwin,* t. II, p. 29.

livre de l'*Origine des espèces* à l'immortel ouvrage des *Principes*. Malgré cet enthousiasme et un esprit de combativité (le mot est de M. Quatrefages) qui l'emporte parfois au delà des bornes, Huxley est un savant sincère et loyal, et il n'a pas pu s'empêcher de formuler les réserves et les objections que lui inspirait le darwinisme. Quelques-unes sont très graves. C'est ainsi qu'il ne donne à la théorie de la sélection naturelle qu'une adhésion conditionnelle. Sans doute, dans l'ensemble des idées de Darwin, il voit une hypothèse très probable et la seule digne de l'attention des savants, mais pas encore la *véritable et définitive théorie de l'espèce*. C'est ainsi encore que, contrairement à son maître qu'il n'a pas pu convaincre, il croit à des transformations brusques ; qu'au nom de la paléontologie, il rejette, au moins pris d'une manière absolue, le perfectionnement et la caractérisation progressive des espèces végétales et animales. " On ne saurait concevoir, dit-il, qu'une théorie quelconque, impliquant un développement nécessairement progressif, puisse se maintenir (1). „ Voilà donc révoquée en doute et déclarée contraire aux faits, par un transformiste militant et dégagé de préjugés, cette fameuse *doctrine du progrès* qui a exercé sur le public une telle séduction qu'elle est entrée pour une bonne part dans les succès du darwinisme.

Comme Huxley, M. Romanes est un naturaliste distingué et un disciple de Darwin. Il nous apprend lui-même que, pendant quatorze ans, il s'est livré à l'étude du darwinisme, et que, pendant la plus grande partie de ce temps, il a eu le privilège de discuter avec Darwin lui-même toute la doctrine de l'évolution. Or à quoi ont abouti ces longues discussions ? A diviser le maître et le disciple sur des questions capitales, par exemple sur la nature du procédé auquel on doit la transmutation des espèces. Tandis qu'au dire de Darwin la *sélection naturelle* est le grand procédé employé par la nature pour la formation des espèces, il devient pour M. Romanes un simple agent d'adaptation, destiné à fixer les espèces, non à les transformer. Pour lui, ce rôle transmutateur serait rempli par la *sélection physiologique*, c'est-à-dire " par l'infécondité réciproque, absolue ou relative, se manifestant brusquement entre individus de même espèce, alors même que les caractères morphologiques ne sont que peu ou point modifiés „ (2). Que cette théorie nouvelle, substituée à celle du maître, manque de base expérimentale, qu'elle exagère

(1) *Les Émules de Darwin*, t. II, p. 147.
(2) *Ibid.*, t. I, p. 136.

le rôle de l'appareil reproducteur dans le fait général de la variation, c'est ce que M. de Quatrefages n'a pas de peine à établir. Et sans qu'il ait à y insister beaucoup, il est évident qu'ici encore il nous présente un hérétique manifeste qui se sépare de Darwin sur un point de la plus haute importance. — A quoi bon poursuivre cette énumération des *hérésies darwinistes?* Nous avons suffisamment montré, en prenant M. de Quatrefages pour guide, qu'il n'est peut-être pas un point du système qui n'ait été battu en brèche par quelque transformiste en renom.

Cette anarchie dans le camp darwiniste est un triomphe pour le docte professeur, et il tire de ces divisions bien marquées un nouvel argument contre la doctrine de la transmutation des espèces. Mettre cet argument en relief, c'est, on peut le dire, le but dernier de ces études en apparence si diverses, c'est le fil conducteur que le lecteur doit tenir en mains pour s'orienter à travers les expositions de faits et les déductions qui remplissent ces deux volumes. Pour qui connaît la manière de l'auteur, pas n'est besoin d'ajouter que son résumé des doctrines adverses est toujours digne, consciencieux, loyal, et sans doute chacun de ses adversaires scientifiques souscrirait volontiers à ce témoignage d'exactitude que lui a rendu le professeur Vogt : " Pour me résumer, je ne saurais pas changer *un iota* à tout ce que vous dites, et je vous remercie de grand cœur de cette analyse si exacte (1). „

Chemin faisant, M. de Quatrefages insiste sur certaines applications de la doctrine transformiste pour en démontrer l'insuffisance ou la fausseté. C'est ainsi que, dans son étude sur M. Huxley, il consacre plusieurs pages à examiner l'hypothèse de l'*ancêtre commun* pour expliquer l'origine de l'homme et des singes, et cette discussion lui permet de mettre en opposition les caractères distinctifs de l'un et des autres. A l'occasion des théories ultra-fantaisistes de Haeckel, il prend à partie sa fameuse *loi biogénétique fondamentale* énoncée par lui dans les termes suivants : " l'ontogenèse ou embryogénie est un court sommaire de la phylogenèse „, il la critique vivement en s'appuyant sur l'autorité de Carl Vogt, et il emprunte à ce dernier son appréciation finale sur le système du trop fameux professeur d'Iéna : " En prenant une certaine dose d'hérédité, autant d'adaptation, une pincée de falsification; en y ajoutant, comme sirop, quelques notions bien trouvées sur le monisme philosophique et la loi

(1) *Les Émules de Darwin*, t. II, p. 1, note 1.

biogénétique fondamentale, on pourra toujours composer une mixture propre à guérir les plaies béantes de la phylogénie (1). „

Des faits curieux se mêlent à ces critiques. Telles sont, par exemple, les recherches de M. Wallace sur la couleur des animaux, les nids des oiseaux, les phénomènes de mimétisme. M. de Quatrefages se plaît, avec sa bienveillance ordinaire, à les exposer longuement et à montrer en Wallace le naturaliste qui a constaté des faits intéressants et nouveaux en zoologie, qui les a parfois coordonnés et rattachés d'une manière heureuse aux découvertes de ses devanciers. Tels encore les faits si singuliers relatifs à la vie et à la reproduction des animaux inférieurs. Sur ce terrain surtout M. de Quatrefages est d'autant plus intéressant que, pendant trente ans, de 1835 à 1865, l'anatomie et l'embryogénie des animaux inférieurs marins ou d'eau douce ont été l'objet principal de ses persévérantes études, et il avoue avoir passé bien des heures de jour et de nuit à suivre les mouvements des *Infusoires* et des *Amibes*.

Nous ne voulons pas finir ce trop long compte rendu sans signaler encore une idée sur laquelle M. de Quatrefages est revenu à différentes reprises dans ces études, et qu'il a jugée assez importante pour lui consacrer une leçon tout entière sous ce titre significatif : “ Le transformisme, la philosophie et le dogme (2) „. Cette idée, c'est que les doctrines transformistes ne sont nécessairement liées à aucun système philosophique ni à aucune croyance religieuse. Pour bien mettre cette idée en évidence, M. de Quatrefages a interrogé un certain nombre de savants, tous morts du reste, et qui ne faisaient de leurs convictions intimes un mystère pour personne. De cet examen, il tire les conclusions que voici : “ Vous pouvez être libres penseurs avec Charles Robin, et rejeter toutes les théories comprises sous l'appellation commune de transformisme. En revanche, vous pouvez adopter celle de ces théories qui vous conviendra, et rester en même temps franchement déiste avec Lamarck; à demi déiste, à demi agnostique avec Darwin; religieux enthousiaste avec Geoffroy; catholique, mais conservant une véritable indépendance scientifique, avec d'Omalius d'Halloy; enfin catholique très certainement orthodoxe avec le R. P. Bellinck (3). „ Nous aurions bien quelques réserves à faire d'abord sur cette prétendue indépendance réciproque du transformisme et des doc-

(1) *Les Émules de Darwin*, t. II, pp. 126 et 127.
(2) Cette leçon sert d'introduction aux présents volumes.
(3) *Les Émules de Darwin*, t. I, p. 19.

trines philosophiques ou religieuses, ensuite sur certains qualificatifs donnés aux savants qu'énumère ici M. de Quatrefages; mais cette discussion nous entraînerait trop loin, et nous devons finir. Résumons en trois mots toutes les réflexions qu'inspirent à l'auteur les *émules de Darwin*. Il a voulu dégager les théories transformistes de toute attache philosophique ou religieuse, insister sur quelques objections et difficultés auxquelles il n'avait pas pu donner ailleurs une attention suffisante, et surtout mettre en évidence les critiques que les disciples de Darwin n'ont pas ménagées à la doctrine du maître. Tout cela forme un ensemble de documents fort précieux qu'amis et adversaires ont le plus grand intérêt à connaître.

Abbé D. Le Hir.

II

Précis élémentaire de dermatologie, par L. Brocq et L. Jacquet. — *I. Pathologie générale cutanée. — II. Maladies en particulier. (Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire.)* — Deux vol. petit in-8°, de 172-205 pp. — Paris, Gauthier-Villars et Masson.

I. Pathologie générale cutanée.

" Plus les sciences médicales progressent, plus l'étude approfondie des spécialités s'impose... La fréquence des affections cutanées qui s'accroît tous les jours, leurs relations étroites avec l'état général, avec l'ingestion des médicaments, avec le régime et l'hygiène, etc., font que tout médecin, pour ne pas être arrêté à chaque pas dans sa pratique, doit avoir des notions précises sur les dermatoses communes. „ Telles sont les paroles que les auteurs placent en tête de leur ouvrage. Écrire, à l'usage des praticiens, un livre élémentaire, sans prétentions, sans recherche de hautes théories et d'idées purement spéculatives, tel est le but que nos confrères se sont proposé. Nous n'hésitons pas à dire que ce but a été parfaitement rempli. Ce petit traité de dermatologie générale est des plus instructifs; il permettra à tout médecin de se retrouver dans ce dédale obscur et compliqué qui constitue la pathologie cutanée. Nous avons eu un plaisir extrême à le lire; il se distingue par une très grande clarté dans l'exposition, par un rare bon sens clinique, en même temps que par une érudition très étendue.

Les auteurs commencent par rappeler la *symptomatologie* générale des affections cutanées. En premier lieu viennent les lésions élémentaires, qui comprennent les exanthèmes, le purpura, les macules ou taches, les wheals, les papules, les tubercules, les gommes, les vésicules, les bulles, les pustules et les squames ; chacun de ces symptômes est bien décrit et appuyé d'exemples typiques. Nous avons ensuite les lésions élémentaires secondaires : croûtes, excoriations, ulcérations, rhagades ou fissures, cicatrices. La combinaison de ces lésions élémentaires donne lieu à la formation de lésions élémentaires mixtes. Ces efflorescences cutanées peuvent se grouper de différentes manières : solitaires, disséminées, discrètes, ponctuées, confluentes, etc... Elles se présentent avec des aspects différents suivant qu'elles sont plus ou moins enflammées.

A côté de ces phénomènes objectifs, les dermatoses se manifestent par des symptômes subjectifs, dont le plus important et le plus fréquent est le prurit, avec toutes ses conséquences.

L'*étiologie* générale est étudiée dans tous ses détails et avec beaucoup de méthode. A cet égard, il faut distinguer les dermatoses congénitales ou difformités cutanées et les dermatoses non congénitales. Ces dernières se sous-divisent en dermatoses idiopathiques et dermatoses symptomatiques. Les premières peuvent être produites par des parasites, qui sont soit d'origine animale soit d'origine végétale, ou par des agents traumatiques (influences atmosphériques, causes mécaniques, agents chimiques). Les dermatoses symptomatiques peuvent être le résultat d'une intoxication accidentelle de l'économie par les aliments ou les médicaments, de l'introduction accidentelle dans l'organisme d'une toxine morbide, d'une lésion d'organe agissant par voie réflexe ou par viciation de l'état général, de l'imperfection des échanges nutritifs.

Jusque dans ces derniers temps, on avait négligé d'étudier l'influence des excitations mécaniques des téguments sur la genèse des éruptions d'origine interne. Un des auteurs, M. Jacquet, a institué des expériences, desquelles il résulte que, pour que l'efflorescence cutanée se produise, il faut, outre la cause interne, l'intervention d'une excitation quelconque de la peau, laquelle peut d'ailleurs être fort légère. Il est probable que, dans la plupart des dermatoses, le traumatisme joue un rôle des plus importants dans la genèse de l'éruption.

Rien de plus vague et de plus difficile à déterminer que la nature de la prédisposition morbide, en vertu de laquelle se pro-

duisent des affections cutanées. Les auteurs admettent d'abord l'influence de l'hérédité ; puis il y a ce qu'on appelle l'idiosyncrasie, qui échappe à l'analyse et n'en est pas moins très réelle ; certains états peuvent résulter d'une mauvaise hygiène (scrofulose, arthritisme) ; certaines maladies, des modifications de terrain dues à l'âge, au sexe, aux influences cosmiques, etc.

En résumé, la dermatose peut être d'origine parasitaire, mais elle est modifiée par le terrain organique ; elle peut être d'origine externe non parasitaire, et ici encore le sujet réagit différemment suivant les cas ; elle peut être due à la pénétration de substances alimentaires, médicamenteuses ou organiques toxiques ; ici intervient l'idiosyncrasie ; elle peut aussi dépendre d'une lésion d'organe ; elle peut dépendre enfin de l'imperfection de la nutrition.

Les auteurs protestent contre l'exclusivisme de certains dermatologistes, qui n'admettent que les causes externes, comme aussi contre l'opinion adverse, qui n'accepte que les causes internes. En réalité, il faut allier les deux théories.

Un chapitre spécial, où l'habileté clinique de nos confrères se donne pleine carrière, est consacré à l'exposition du diagnostic général des dermatoses. Nous ne saurions trop recommander la lecture de ces pages intéressantes aux médecins qui veulent faire de la médecine rationnelle et scientifique.

Non moins instructif est le chapitre où nos auteurs font connaître leur manière de voir au point de vue de la *thérapeutique*. L'hygiène de la peau, qui est beaucoup trop négligée même dans les classes aisées de la société, est exposée de main de maître.

Quant au traitement interne, tant dénié par certaine école moderne, nous avons été heureux de nous trouver absolument d'accord avec les spécialistes de Paris, qui protestent contre le discrédit dans lequel les dépuratifs sont tombés actuellement. « Nous ne rougissons pas d'avouer, disent-ils, que nous ne traitons pas ces dépuratifs, si honnis à l'heure actuelle, avec le même mépris que la plupart des médecins étrangers. Nous croyons que, dans beaucoup d'affections cutanées, il faut s'efforcer d'éliminer les produits de désassimilation imparfaite et les toxines qui empoisonnent l'organisme. Nous allons même encore beaucoup plus loin dans cette voie, et, d'après plusieurs faits que nous avons observés, nous en arrivons à nous demander si les anciens médecins avaient réellement tort lorsqu'ils appliquaient des cautères ou des vésicatoires permanents dans certaines maladies de peau chroniques, autant pour faciliter la guérison de la derma-

tose que pour combattre les complications viscérales que sa disparition peut provoquer. „ Il est de fait que ces révulsifs permanents ont été trop négligés, et que les notions nouvelles acquises par les découvertes récentes de la microbiologie tendent à réhabiliter ces procédés thérapeutiques, que beaucoup considèrent comme absolument surannés.

Les auteurs étudient donc le régime alimentaire qui doit être conseillé, le traitement des altérations des divers appareils de l'économie, le traitement de la constitution générale, les médicaments dits spécifiques. Ils insistent sur l'emploi de médicaments dont ils étudient, depuis plusieurs années, les effets sur les téguments, à savoir ceux qui agissent sur la circulation et les sécrétions cutanées (quinine, ergotine, digitale, aconit). Enfin le traitement externe des dermatoses est exposé dans tous ses détails : notamment les modes d'application des topiques, le choix entre les divers topiques, les principes généraux qui doivent guider le praticien dans cette thérapeutique externe, l'emploi de moyens adjuvants, tels que le massage, la compression, l'électricité, les eaux minérales.

Un dernier chapitre est consacré à l'étude de la *classification* des dermatoses, sujet ardu qui a donné lieu à bien des polémiques et des divergences. Les auteurs estiment qu'il est prématuré de vouloir établir une classification absolument rationnelle. Ils prennent l'étiologie pour base de leurs divisions et admettent : 1° les difformités cutanées ; 2° les éruptions cutanées de cause externe ou interne ; 3° les dermatoses parasitaires, d'origine animale ou végétale ; 4° les dermatoses microbiennes ; 5° les dermatoses d'origine nerveuse ; enfin 6° une dernière classe dans laquelle ils rangent toutes les dermatoses n'ayant pu trouver place dans les groupes précédents.

On le voit, le traité que nous venons d'analyser constitue une véritable monographie, dans laquelle l'état actuel de la dermatologie générale est admirablement mis au point.

II. Maladies en particulier.

Ce volume constitue la seconde partie du traité de dermatologie dont nous venons d'analyser la partie générale. Il ne comprend qu'une section de la dermatologie spéciale, à savoir les difformités cutanées, les éruptions artificielles, les dermatoses parasitaires. On comprend que cette étude spéciale, traitant de maladies très diverses, se laisse plus difficilement résumer. Nous y trouvons les mêmes mérites d'exposition et d'érudition

que dans le premier volume; mais les vues spéciales ne pouvant y trouver place, l'analyse d'un tel ouvrage manque d'intérêt. Nous nous bornerons à passer en revue les affections cutanées étudiées par les auteurs, en signalant exclusivement les idées originales ou neuves émises çà et là.

Le premier chapitre comprend toutes les *difformités* cutanées, qui peuvent être circonscrites ou diffuses.

Les *difformités circonscrites* ou *naevi* ont pour caractères distinctifs de dater de la naissance du sujet et d'avoir des limites très précises. Cette première grande classe se subdivise en quatre sous-divisions : les naevi non vasculaires, les naevi vasculaires, les lymphangiomes et les cystadénomes épithéliaux bénins.

Les *naevi non vasculaires* comprennent les naevi pigmentaires lisses (taches pigmentaires si communes), les naevi verruqueux et kératodermiques, et les naevi hypertrophiques. Parmi ces derniers nous distinguons surtout le fibroma molluscum, qui est assez fréquent et se présente sous forme de petites tumeurs extrêmement nombreuses (200 à 3000).

Les *naevi vasculaires* sont le naevus vascularis planus, le naevus télangiectasique ponctué, stellaire, et le naevus vasculaire tubéreux; ce dernier constitue ce qu'on appelle ordinairement du nom de tumeur érectile. Les lymphangiomes et les cystadénomes sont des difformités assez rares.

Comme traitement, les auteurs estiment qu'il ne faut intervenir dans les naevi que lorsque c'est absolument indispensable; il n'y a pas d'autre but à se proposer que la destruction de la néoplasie.

Les principales *difformités cutanées généralisées* ou diffuses sont l'ichtyose, l'ichtyose fœtale, la kératose pilaire et l'albinisme.

L'*ichtyose* se caractérise par un défaut de fonctionnement des glandes de la peau, qui reste constamment sèche, et par une altération de l'épiderme, lequel est soumis à une desquamation incessante. D'origine souvent héréditaire, l'ichtyose est ordinairement généralisée à toute la surface du corps. Les ichtyosiques éprouvent peu de sensations subjectives; leur développement organique est souvent imparfait. Les auteurs croient qu'on peut améliorer cette affection si rebelle; ils conseillent l'huile de foie de morue en hiver, l'arsenic en été, la pilocarpine, les bains de glycérine ou de graines de lin.

L'*ichtyose fœtale* est une curieuse dermatose congénitale : les enfants naissent avec la peau d'un jaune sale, épaissie, recou-

verte d'un enduit sébacé desséché, sillonnée de fissures formant une sorte de mosaïque. La mort est la terminaison presque fatale de cette maladie.

La *kératose pilaire* est une dermatose très fréquente, caractérisée par des petites papules blanches ou rouges, circumpilaires, situées à la partie postérieure ou externe des membres. Elle est fréquente chez les sujets strumeux; elle est souvent héréditaire. Le traitement est le même que celui de l'ichtyose.

L'*albinisme,* qui se caractérise par une peau blanche, des poils d'un blanc légèrement jaune et la couleur d'un rouge rosé de l'iris et de la pupille. C'est une difformité au-dessus des ressources de l'art.

Dans le second chapitre, nos auteurs étudient les *éruptions artificielles,* qui peuvent être produites par des contacts irritants directs ou par l'ingestion de certaines substances toxiques pour l'économie, soit aliments, soit médicaments.

Les *éruptions par cause externe* sont l'érythème, l'urticaire, le purpura, les papules, les éruptions vésiculeuses, bulleuses ou pustuleuses, les escharres. Elles peuvent être produites par des substances végétales ou minérales, par les agents atmosphériques. Parmi ces dernières, une des plus fréquentes est constituée par les engelures.

Les *éruptions par cause interne* peuvent revêtir des formes diverses; elles sont causées soit par certains médicaments (acide salicylique, antipyrine, nitrate d'argent, arsenic, bromures, chloral, copahu, iodures, mercuriaux), soit par certains aliments (crustacés, viandes fumées, fromages, etc.).

Le troisième chapitre est consacré aux *dermatoses parasitaires;* ce sont des parasites animaux ou végétaux qui les déterminent.

Les *parasites animaux* peuvent vivre à la surface des téguments : tels sont les poux, les punaises, les puces, les cousins; ou bien ils pénètrent dans l'épaisseur du tégument cutané. Les maladies produites par ces derniers ont seules une certaine importance pathologique.

Le dermatozoaire le plus fréquent de nos climats est l'*Acare de l'homme,* qui donne lieu à cette dermatose si connue qu'on appelle la *gale.* Les auteurs donnent une description très complète de la vie de l'acare de la gale. Ils exposent le traitement qui doit être employé et qui est adopté par la plupart des médecins.

Les dermatoses causées par les *parasites végétaux* sont la trichophytie, le favus, la pelade, le pityriasis versicolor et l'érythrasma.

On désigne sous le nom de *trichophytie* l'ensemble des lésions

provoquées sur la peau et ses annexes par le *Trichophyton tonsurans*, champignon parasite de l'homme et des animaux. Ce parasite peut attaquer le cuir chevelu, la barbe, les régions glabres et les ongles. La trichophytie du cuir chevelu est une maladie très connue et assez fréquente de l'enfance. Comme traitement prophylactique, les auteurs pensent que l'isolement rigoureux est seul capable d'empêcher la propagation du mal. Le teigneux ne doit se servir que d'objets de toilette (brosses, peignes, etc.) affectés à lui seul. Le traitement curatif se décompose en trois temps : nettoyage de toute la tête, déblayage et traitement antiseptique des plaques, obturation aussi complète que possible de ces plaques.

On donne le nom de *favus* ou *teigne faveuse* à l'ensemble des lésions cutanées produites par l'*Achorion* de Schönlein, champignon parasite de l'homme et des animaux. Le cuir chevelu est la localisation la plus commune du favus; l'élément primordial et caractéristique de cette maladie est constitué par le godet favique.

La *pelade* est un nom générique comprenant des affections caractérisées par une alopécie à marche rapide, le plus souvent circonscrite sous forme de plaques, mais pouvant dans certains cas déterminer une chute totale des cheveux et des poils de toutes les régions velues du corps. L'étiologie a été fort discutée : les uns n'admettent qu'une influence nerveuse ; d'autres croient à la contagion. Les auteurs estiment qu'il est permis d'invoquer, suivant les cas, tantôt l'action nerveuse, tantôt le processus parasitaire: le plus souvent il est possible d'associer ces deux éléments, qui peuvent marcher de pair. Le diagnostic demande des précautions minutieuses. Le traitement doit être local et général. La prophylaxie exige une surveillance attentive des malades, l'obturation des plaques alopéciques, l'interdiction des échanges de coiffure et de pièces de literie, l'isolement des peladiques, s'ils sont devenus le point de départ de nouveaux cas.

Le *pityriasis versicolor* est aussi une dermatose assez commune, produite par le *Microsporon furfur*. On en vient facilement à bout par un traitement énergique.

L'*érythrasma* est causé par le *Microsporum minutissimum;* il reste localisé dans des parties restreintes du tégument. Le traitement sulfureux est très efficace.

Nous le répétons, le deuxième volume de ce traité de dermatologie est digne du premier. Nous attendons avec confiance les deux derniers volumes qui doivent compléter ce remarquable ouvrage.

Dr Moeller.

III

La tuberculose chirurgicale, par O. Lannelongue. *(Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire.)* — Petit in-8° de 168 pp. — Paris, Gauthier-Villars et Masson.

Le Dr Lannelongue, un des chirurgiens les plus distingués de Paris, inventeur d'un procédé thérapeutique efficace contre les tuberculoses externes, avait toute la compétence voulue pour condenser en un petit volume les notions actuelles sur ce chapitre intéressant de la chirurgie. Comme il le dit dans son introduction, la tuberculose chirurgicale ne diffère pas essentiellement de la tuberculose médicale : le bacille de Koch provoque l'une et l'autre ; la lésion fondamentale, le tubercule, se rencontre dans les deux cas; la localisation du mal ne nous donne pas non plus le criterium que nous cherchons. La distinction existe cependant: elle repose sur la conservation plus longue de l'état général, la limitation du mal et son siège en un point où l'intervention est possible.

L'auteur résume d'abord nos connaissances sur l'étiologie générale de la tuberculose. La porte d'entrée du bacille de Koch est des plus variables: parfois c'est une plaie des téguments, traumatique ou inflammatoire; plus fréquemment c'est une muqueuse, sans que celle-ci présente de solution de continuité au moins apparente: d'autres fois ce sont des aliments contaminés; enfin les voies respiratoires constituent une des voies les plus fréquentes de pénétration du virus. Il faut, pour que la tuberculose se développe, que le terrain soit favorable. L'auteur discute la question si controversée de l'identité de la scrofulose et de la tuberculose. D'après lui, le scrofuleux n'est pas nécessairement un tuberculeux; il ne le sera peut-être jamais; mais il est éminemment tuberculisable.

Beaucoup d'auteurs pensent qu'indépendamment des faits d'inoculation tuberculeuse, le traumatisme ferait naître une irritation favorable à la greffe du bacille, l'y appellerait et l'y fixerait, celui-ci existant déjà dans l'organisme à l'état latent. M. Lannelongue combat cette opinion; il croit, au contraire, que c'est la maladie latente qui est souvent la cause du traumatisme par la maladresse inconsciente qu'elle détermine dans la jointure malade.

Quant à la question de l'hérédité, notre confrère estime qu'on

ne naît pas tuberculeux, mais candidat à la tuberculose. Ce que l'hérédité transmet, c'est un terrain propre à la germination du bacille de Koch, pas autre chose.

L'auteur divise les diverses affections qui constituent la tuberculose chirurgicale en six classes : la tuberculose du tissu cellulaire, la tuberculose osseuse non articulaire, la tuberculose ostéo-articulaire, la tuberculose des synoviales articulaires, la tuberculose des synoviales tendineuses, la tuberculose des ganglions lymphatiques.

La *tuberculose du tissu cellulaire* ou abcès froid n'a pas la signification qu'on lui donnait autrefois : pour les anciens, la collection de pus constituait toute la maladie; le docteur Lannelongue pense que c'est là partie accessoire; la paroi de l'abcès en est la partie essentielle ; c'est elle qui, étant jeune et virulente, infecte les tissus voisins en les englobant dans son processus. Après une description méthodique des lésions constituant cette affection et des symptômes qui la caractérisent, l'auteur dit que ces abcès peuvent guérir par résolution, même lorsqu'ils sont bien formés. Quant au traitement, il n'a guère de confiance dans les remèdes locaux ; d'après lui, il convient mieux d'extirper le mal comme une véritable tumeur.

La *tuberculose osseuse* est très fréquente. La localisation du bacille dans le tissu osseux détermine la formation du tubercule, des phénomèmes d'ostéite déterminés par la reaction de la moelle, des troubles de nutrition. Dans le cours de la maladie, il se produit ce qu'on appelle des abcès ossifluents, dont la pathogénie est fort discutée ; pour l'auteur, ils sont dus à un envahissement progressif par le néoplasme des tissus voisins auxquels il se substitue. Au point de vue des symptômes, le Dr Lannelongue attache une grande importance à l'exploration directe de l'os : la pression localisée en certains points éveille des douleurs qui correspondent toujours aux foyers tuberculeux. Quant au traitement, tant que les lésions sont intra-osseuses, on ne peut songer à aucune intervention; une fois que le mal a gagné les parties molles, le chirurgien doit agir par l'incision, l'emploi de la méthode sclérogène et l'extirpation de tout ce qui est malade.

La *tuberculose ostéo-articulaire* commence le plus souvent par le tissu osseux, comme l'a démontré l'auteur et contrairement à l'opinion ancienne; elle envahit la synoviale par infection de proche en proche ou par les voies lymphatiques. Les lésions anatomiques, leur genèse, leur marche progressive sont décrites d'une façon approfondie ; la symptomatologie est exposée non

moins longuement. Les signes du début, qui passent malheureusement souvent inaperçus, ont la plus haute importance, car c'est à cette époque que le traitement offre le plus de chances de succès. Aussi l'auteur insiste-t-il avec raison sur la nécessité de soumettre à un examen complet et minutieux tous les sujets chez lesquels on a des raisons de soupçonner une tuberculose commençante. Il s'élève contre ce que le public et à sa suite beaucoup de médecins appellent les douleurs de croissance. Le développement du squelette se fait sans bruit, sans réaction apparente. Le jour où l'enfant se plaint de douleurs dans les membres, c'est qu'il y a quelque chose de plus que le développement physiologique et normal. Le traitement varie d'après la période où est arrivé le mal : au début, c'est le repos absolu par l'immobilisation qui s'impose; dans la seconde période, on a coutume d'y ajouter la compression, la révulsion superficielle, les cautères, etc... Tous ces moyens, ne s'adressant directement ni à l'agent infectieux, ni aux tissus où il vit, sont impuissants. La méthode sclérogène, inventée par l'auteur, a pour but la transformation des tissus tuberculeux, de façon à arrêter la multiplication des bacilles et à leur couper les vivres sans lesquels ils ne sauraient subsister. Elle consiste dans l'injection d'une solution de chlorure de zinc au 1/10 à la périphérie des lésions. Ce procédé a déjà fait ses preuves; il mérite d'être employé chaque fois qu'il y a espoir de guérison du mal local. Dans le cas contraire, il faut se résoudre aux moyens extrêmes (amputations, résections, etc.).

La *tuberculose des synoviales,* soit articulaires, soit tendineuses, est une affection relativement assez rare. L'auteur consacre le dernier chapitre de son livre à la *tuberculose des ganglions lymphatiques.* C'est encore le bacille de Koch qui est l'agent infectieux; il s'introduit généralement par des excoriations, des croûtelles, des fissures de diverses natures, quelquefois par des muqueuses sans solution de continuité; il peut se rendre d'emblée au ganglion ou s'arrêter d'abord sur un autre organe. L'adénite tuberculeuse, encore nommée écrouelle, est très fréquente, surtout dans le jeune âge. L'auteur l'a quelquefois observée à l'état aigu; le plus souvent elle est chronique et de longue durée. Au début, le traitement général peut suffire pour enrayer le mal. Plus tard, le Dr Lannelongue croit qu'il faut l'intervention hâtive et radicale, c'est-à-dire l'extirpation des ganglions ; il insiste sur la nécessité de préférer cette opération au simple curetage ganglionnaire, qui est pourtant à la mode aujourd'hui.

Le livre que nous venons d'analyser porte bien le cachet d'un clinicien consommé et consciencieux. Il est écrit à la lumière des notions scientifiques les plus récentes. Il mérite l'attention de tous les praticiens soucieux de leur responsabilité et de l'intérêt de leurs malades.

Dr Mœller.

IV

1822-1892. — Jubilé de M. Pasteur *(27 décembre)*. — Un vol. petit in-4° de 183 pages avec 5 planches gravées. — Paris, Gauthier-Villars, 1893.

La *Revue des questions scientifiques* a rendu compte, dans sa livraison de janvier 1893, tant par la plume autorisée de M. de Lapparent (pp. 237, 238) que (pp. 239 et suiv.) d'après *La Nature* du 31 décembre 1892 et la *Revue scientifique* du 7 janvier suivant, de l'émouvante cérémonie par laquelle a été célébré, le 27 décembre 1892, dans le grand amphithéâtre de la Sorbonne, le jubilé des 70 ans de l'illustre naturaliste qui a nom Pasteur.

Nous ne reviendrons pas sur ce compte rendu. Pour être sommaire, il n'en contient pas moins tous les détails essentiels de cette fête, qui était à la fois une fête scientifique, une fête nationale et, on peut le dire, une fête du monde civilisé tout entier, car, sous une forme ou sous une autre, presque tous les peuples y furent représentés. Mais nous voudrions décrire pour nos lecteurs l'élégant volume, vrai bijou de bibliophile, que MM. Gauthier-Villars, imprimeurs-libraires du Bureau des longitudes et de l'École polytechnique, ont édité en souvenir de cette fête mémorable.

En regard du titre, imprimé en deux couleurs, on voit un très beau portrait, en héliogravure, de M. Pasteur, d'après le tableau peint, en 1888, par M. Edelfelt. Le savant y est représenté dans son laboratoire, à côté d'une table chargée de bocaux, d'éprouvettes et de cornues, examinant le contenu d'un bocal qu'il tient à la main. Trois pages de texte sont ensuite consacrées à retracer l'historique de l'organisation et la description de cette solennité dont la première initiative revient toute à l'honneur des savants et étudiants du Danemark. Tout le reste du volume est rempli par la reproduction intégrale des discours prononcés, des adresses et des télégrammes envoyés à M. Pasteur, à cette occasion, de tous les points du globe; il se termine par l'*Hommage*

de l'École normale, ou du moins par le texte de la dédicace qui lui en fut faite. Cet hommage consiste en un superbe vase de cristal dont l'exécution a été confiée à un éminent artiste verrier et céramiste de Nancy, M. Émile Gallé, qui a su, paraît-il, composer une ornementation des plus artistiques en gravant sur ce vase des attributs représentant les instruments d'expérimentations et de recherches du savant, et les entremêlant d'animaux fantastiques montant du pied de la coupe vers les bords et " s'évanouissant à travers les couches de cristal de moins en moins foncées ".

Il est permis de regretter qu'une gravure donnant la représentation de ce bel objet d'art n'ait pas été comprise, dans le volume, au nombre des planches gravées dont il sera parlé plus bas.

Les adresses et les télégrammes, venus de tous les pays, émanent de sociétés médicales, de sociétés savantes, d'académies, d'écoles, d'instituts, de municipalités, de personnalités diverses. On compte des premières, 11 pour Paris, 9 pour la Franche-Comté, province natale de Pasteur, 18 pour les autres départements, en tout 38 pour la France, plus 86 pour l'étranger, se répartissant entre l'Allemagne, l'empire austro hongrois, la Belgique, le Danemark, l'Espagne, l'Angleterre, la Grèce, la Hollande, l'Italie, le Mexique, la Russie, la Suède, la Norvège et la Suisse.

Les télégrammes sont au nombre de 150 : de divers points de la France il en est venu 14, des autres pays, Turquie et Australie comprises, 136. Sur ce nombre, la Russie seule compte pour 46.

Les planches gravées ajoutées au texte sont, avons-nous dit, au nombre de cinq. La première, placée au frontispice, a été décrite tout à l'heure. La seconde donne la reproduction, de face et de revers, de la médaille remise à M. Pasteur par le Président de l'Académie des sciences, M. d'Abbadie. On se rappelle que cette médaille, œuvre de M. O. Roty, sculpteur distingué et membre de l'Institut, est de forme rectangulaire, mesurant 62 millimètres sur 47 (1).

La reproduction par la gravure d'une autre médaille, de forme circulaire et d'un diamètre de 95 millimètres, offerte par les Danois (savants et disciples du Maître), forme le sujet de la

(1) Voir la description de cette médaille, page 239 de la *Revue* de janvier 1893.

troisième planche. La face représente une femme assise au pied d'un chêne et gravant dans le roc l'inscription suivante :

CRYSTALLISATIO (1) | HOMOGENESIS | FERMENTATIO | ANAEROBIOSIS |
| VIRUS VACCINA | IMMUNITAS.

Le revers montre, au centre, les mots : LUDOVICO PASTEURIO, avec la date 1822 au-dessus et la date 1892 au-dessous. Le tout est entouré d'une banderole dont les extrémités reposent sur la proue et la poupe d'une sorte de galère hiératique, et le long de laquelle on lit : DISCIPULI : ET : | : ADMIRATORES : | : DANICI :

Une troisième médaille d'un plus petit module, n'ayant que 50 millimètres de diamètre, a été offerte par les élèves de l'école vétérinaire d'Alfort. Elle représente d'un côté une tête de Minerve casquée et cuirassée, et de l'autre cette inscription : A | PASTEUR | LES | ÉLÈVES | DE | L'ÉCOLE D'ALFORT | 27 DÉCEMBRE | 1892. Tel est le sujet de la quatrième planche gravée.

La cinquième enfin, qui occupe le verso et le recto, entre les pages 110 et 111 du volume, donne le fac-similé de l'adresse admirablement enluminée envoyée par l'École de médecine de Stockholm.

Tout cet ensemble forme un magnifique volume dont les éditeurs ne tirent aucun profit, car il se vend au bénéfice de la Société de secours des amis des sciences (2).

C. DE KIRWAN.

V

TRAITÉ DE MÉCANIQUE RATIONNELLE, par P. APPELL, membre de l'Institut, professeur à la Faculté des sciences. Tome I : *Statique. — Dynamique du point.* — 1 volume grand in-8° de 549 pp. — Paris, Gauthier-Villars, 1893.

La maison Gauthier-Villars a, depuis plusieurs années, mis à la disposition du public mathématique une série d'ouvrages où les maîtres de la science française les plus qualifiés par leurs travaux personnels se sont attachés à présenter, sous la forme

(1) *Crystallisatio* est une allusion à l'identité signalée par Mitscherlich entre le paratartrate et le tartrate de soude et d'ammoniaque, et à la lumière faite par M. Pasteur sur une question si obscure avant lui, qui a expliqué la composition et la nature de l'acide paratartrique.

(2) Au prix de 10 francs.

didactique, un tableau complet de nos connaissances actuelles dans les diverses branches des mathématiques supérieures. Qu'il nous suffise de rappeler ici les ouvrages de MM. Jordan et Picard sur l'Analyse, du regretté Halphen sur les Fonctions elliptiques, de M. Darboux sur la Géométrie des surfaces, de MM. Tisserand et Poincaré sur la Mécanique céleste, etc...

Ce bel ensemble de traités magistraux vient de s'enrichir d'un nouvel ouvrage relatif à la Mécanique rationnelle, dû à la plume de M. Appell qui professe, avec tant d'éclat, cette science à la Sorbonne. M. Appell, dont le haut renom scientifique n'a pas besoin d'être vanté, joint au génie d'invention le plus pénétrant, en même temps qu'à l'érudition la plus vaste, le plus remarquable talent d'exposition, le sens didactique le plus sûr qui se puisse trouver. Nul, plus que lui, n'est doué, en outre des dons qui font le savant, et le savant de premier ordre, de ceux qui font le professeur. C'est dire en un mot ce qu'on devait attendre de lui pour la rédaction d'un livre tel que celui qu'il présente aujourd'hui au public. Est-il besoin d'ajouter que, loin d'être trompée, cette attente a plutôt été dépassée, et que c'est une œuvre de tout point accomplie que nous devons à ce maître éminent ?

Le premier volume comprend la statique et la dynamique du point. Nous nous efforcerons, dans les lignes qui suivent, en poussant notre examen chapitre par chapitre, de mettre en relief un certain nombre de points qui nous semblent particulièrement de nature à fixer l'attention des personnes que le sujet intéresse. Nous ne prétendons d'ailleurs nullement signaler de cette façon tous les passages pouvant donner lieu à une remarque particulière, eu égard aux habitudes de l'enseignement ordinaire de la mécanique. Outre qu'il y faudrait une plume plus autorisée que la nôtre, une telle façon de procéder entraînerait à des développements trop considérables par la multiplicité même des observations qu'il y aurait lieu de faire. Au moins espérons-nous, par les quelques remarques suivantes, donner une première idée de la façon dont l'ouvrage a été conçu et rédigé.

Les quatre premiers chapitres ont été réunis sous le titre général de *Notions préliminaires*.

Chapitre I. — *Théorie des vecteurs*. M. Appell a choisi comme base du mode d'exposition de cette théorie la notion de moment linéaire, due à Cauchy, de préférence à celle de couple. Il résulte de là une très sensible simplification.

L'équivalence des systèmes est étudiée par une méthode qui semble appartenir bien en propre à l'auteur, et qui tire sa simplicité de la considération des *opérations élémentaires* permettant le passage d'un système à un autre équivalent. Diverses théories, comme celle des couples, celle du torseur de Ball, apparaissent alors comme de simples cas particuliers de la théorie générale.

Tenant à faire voir néanmoins comment on peut, à l'exemple de Poinsot, établir directement la théorie des couples, M. Appell fait de ce mode d'exposition l'objet d'une digression spéciale où il emprunte à Möbius la méthode qui permet de rendre cette théorie indépendante de celle des forces parallèles.

Chapitre II. — *Cinématique.* L'exposé des principes essentiels de la cinématique est fait, en une trentaine de pages, d'une façon remarquablement nette et rigoureuse. On doit noter la méthode employée par l'auteur pour effectuer la composition des rotations en la ramenant à celle des moments linéaires, exposée dans le précédent chapitre.

Chapitre III. — *Principes de la mécanique : Forces, masses.* C'est fort à propos, selon nous, que l'auteur a réuni dans ce chapitre préliminaire les notions fondamentales et les postulats de la mécanique.

Pour la définition et la composition des forces, M. Appell s'est inspiré des *Leçons de mécanique élémentaire* publiées en 1858 par Ossian Bonnet. Dans une note placée à la fin du volume, il simplifie la méthode de Bonnet, pour arriver à la propriété caractéristique des forces constantes.

Chapitre IV. — *Travail; fonction de forces.* L'auteur commence par établir tout ce qui est relatif au *travail* et à la *fonction des forces* dans le cas du point matériel avant d'aborder le cas des systèmes de points. Il insiste avec un soin particulier sur les différents cas qui peuvent se présenter dans le calcul du travail.

La *Statique* débute avec le chapitre v. Avant de consigner aucune remarque particulière au sujet de son exposé, nous devons présenter une observation d'ordre général propre à faire saisir l'esprit de la méthode didactique suivie par l'auteur.

Cette méthode consiste à aborder progressivement les difficultés de la théorie par une voie élémentaire pour s'élever de proche en proche aux principes généraux. C'est ainsi que M. Appell établit par des procédés directs les principes qui ont trait respectivement au point, au corps solide, au polygone funi-

culaire, au fil, réservant le principe des vitesses virtuelles pour en faire, en quelque sorte, le couronnement de l'édifice, quitte à reprendre ensuite, en s'appuyant sur ce principe, quelques-unes des questions précédemment traitées. Cette marche présente, au point de vue de l'enseignement, une supériorité incontestable. L'esprit des élèves, mieux préparé, saisit bien plus aisément la portée du principe général qui leur apparaît dès lors comme le résultat logique de l'induction au lieu de s'offrir à eux avec un caractère purement artificiel propre à les dérouter.

Chapitre V. — *Équilibre d'un point; équilibre d'un corps solide.* On doit signaler dans ce chapitre, en outre du soin et de la rigueur qui se retrouvent dans l'exposé des principes même les plus élémentaires, les exemples réunis dans le paragraphe v : recherche des conditions pour qu'on puisse diriger suivant trois, quatre, cinq ou six droites des forces en équilibre; notion du plan central et des plans principaux; théorème de Minding; axes d'équilibre de Möbius; équilibre astatique.

Chapitre VI. — *Systèmes déformables.* Ce chapitre est tout entier consacré aux polygones et courbes funiculaires, l'étude en ce qui concerne ces dernières étant poussée beaucoup plus à fond qu'on ne le fait ordinairement.

A propos des polygones funiculaires, l'auteur traite quelques exemples élémentaires qui peuvent être considérés comme une introduction à la statique graphique.

Pour l'équilibre d'un fil sur une surface, il fait usage d'une élégante méthode qu'il a le premier fait connaître.

Cette question de l'équilibre des fils l'amène tout naturellement à s'occuper d'un problème célèbre relatif au minimum d'une certaine intégrale définie et qui peut être considéré comme généralisant pour l'espace celui qui consiste en la recherche des lignes géodésiques sur les surfaces.

Ce problème, qui comprend comme cas particulier celui de la réfraction, et que l'on peut rattacher au principe de la moindre action, a jadis attiré l'attention de nombreux géomètres, notamment de Maupertuis qui voulait y attacher une signification métaphysique.

M. Appell, qui ne l'envisage d'ailleurs que comme un problème de pure géométrie, dépouillé de tout caractère philosophique, donne à ce propos une importante formule de Thomson et Tait.

Il est conduit incidemment à faire connaître une intéressante interprétation de la géométrie non euclidienne de Lobatchevski, qui, si nous ne nous trompons, a été signalée pour la première fois par M. Poincaré.

Chapitre VII. — *Principe des vitesses virtuelles.* On ne peut manquer d'être frappé de l'extrême rigueur avec laquelle l'auteur établit le principe des vitesses virtuelles dans sa pleine généralité. La démonstration dont il se sert, et qui repose sur l'analyse des diverses sortes de liaisons, est moins abstraite que celle plus connue d'Ampère et serre de plus près la réalité. Sans doute, le principe n'en est pas nouveau, mais M. Appell y a sensiblement ajouté par l'ordre, la netteté, la rigueur qu'il y a apportés.

Il fait suivre immédiatement le principe des vitesses virtuelles de son application à quelques machines simples ainsi qu'à l'établissement des conditions générales d'équilibre, afin d'en bien mettre en relief toute la fécondité.

A titre accessoire, il fait voir, d'après Lagrange, comment en admettant comme postulat le principe de Torricelli, on peut très simplement en déduire le principe des vitesses virtuelles dans toute sa généralité. Cette démonstration, moins rigoureuse évidemment que la précédente, nous semble parfaitement suffisante pour les besoins de l'enseignement élémentaire.

M. Appell tire ensuite du principe des vitesse virtuelles les théorèmes généraux de l'usage le plus courant et les fait suivre de quelques applications géométriques, parmi lesquelles il convient de citer l'élégante démonstration donnée par M. Collignon du théorème de Schönemann et Mannheim.

Chapitre VIII. — *Notions sur le frottement.* Il n'y a rien là que de parfaitement classique. Il convient de noter toutefois que l'auteur a eu soin d'entourer l'exposé des lois couramment admises pour le frottement des restrictions qui résultent des remarquables expériences de Hirn. Les traités élémentaires ont, en effet, une tendance trop marquée à attribuer à ces lois le caractère de vérités scientifiquement démontrées, ce qui est contraire à la nature des choses.

Chapitre IX. — *Dynamique du point.* Ce que nous avons déjà dit du soin et de la rigueur apportés par M. Appell dans la démonstration des principes relatifs à l'équilibre s'applique tout aussi bien — est-il besoin de le dire ? — à celle des principes relatifs au mouvement. Nous n'insisterons donc pas sur ce point, nous bornant à signaler la démonstration relative à la stabilité de l'équilibre d'un point matériel, empruntée à Lejeune-Dirichlet.

Il suffit, pour se faire une idée de la richesse des développements de ce remarquable ouvrage, d'apprécier le nombre et la variété des problèmes relatifs au simple mouvement rectiligne traités par M. Appell. L'étude du tautochronisme y est notam-

ment poussée à fond. Pour le cas où la résultante des forces dépend de la position et de la vitesse du mobile, la formule de Lagrange est démontrée par l'élégante méthode de M. Bertrand. Signalons en passant (p. 330) l'introduction dans la question de certain invariant différentiel, qui nous semble offrir l'intérêt d'un premier exemple d'application de cette notion analytique toute récente à un problème de mécanique.

Enfin, on doit mentionner la méthode par laquelle M. Appell étudie le mouvement curviligne d'un point pesant dans un milieu résistant, méthode notablement plus simple que celle qui est ordinairement suivie.

Chapitre X. — *Forces centrales. Mouvement elliptique des planètes.* Ce chapitre peut être considéré comme un précis élémentaire de mécanique céleste constituant une excellente introduction aux traités magistraux, tels que ceux de MM. Tisserand et Poincaré.

Le célèbre problème de M. Bertrand sur la détermination des lois de forces donnant naissance à des mouvements elliptiques est résolu par la méthode d'Halphen simplifiée grâce à la considération de la transformation homographique des mouvements que M. Appell lui-même a introduite dans la science.

La valeur de la constante de la gravitation est donnée d'après les expériences récentes de MM. Cornu et Baille.

Au sujet de l'équation de Képler, l'auteur entre dans des développements analytiques intéressants, faisant notamment connaître la méthode si curieuse de résolution par approximations successives, due à M. Kœnigs.

Chapitre XI. — *Mouvement d'un point sur une courbe fixe ou mobile.* En ce qui concerne le mouvement sur une courbe fixe, l'auteur reprend, d'après Lejeune-Dirichlet, l'étude de la stabilité de l'équilibre.

La théorie des pendules simple et cycloïdal est poussée dans ses moindres détails. La même observation s'applique aux problèmes sur les tautochrones et les brachistochrones. Il semble qu'on n'ait pas encore étudié, comme le fait ici M. Appell, le tautochronisme relatif à la fois à deux lois de force pour une même courbe. On doit aussi porter une attention particulière à une intéressante application des théorèmes de Tait et Thomson aux brachistochrones.

Pour le cas où le mouvement a lieu sur une courbe variable, l'auteur introduit la méthode de Lagrange qui se trouve, en quelque sorte, amorcée sur ce cas particulier en vue de l'étude qui en est développée plus loin dans toute sa généralité.

Chapitre XII. — *Mouvement d'un point sur une surface fixe ou mobile.* De même, les équations de Lagrange, données directement pour le mouvement sur une surface, sont employées par l'auteur pour de nombreuses applications, les unes mécaniques, comme l'étude des oscillations infiniment petites d'un point pesant autour du point le plus bas d'une surface, les autres purement géométriques, telles que la recherche des lignes géodésiques d'une surface.

On doit une mention toute particulière à la théorie du pendule sphérique, développée avec un soin remarquable. Les recherches de Puiseux, celles de M. Hermite y sont indiquées. On y rencontre aussi un curieux théorème de M. Greenhill.

Chapitre XIII. — *Équations de Lagrange pour un point libre.* Les équations de Lagrange, enfin établies dans toute leur généralité, donnent lieu à des applications traitées dans divers systèmes de coordonnées, notamment en coordonnées elliptiques. L'auteur en indique également l'application à la théorie du mouvement relatif.

Chapitre XIV. — *Principe de d'Alembert. Principe d'Hamilton. Principe de la moindre action.* De même que le principe des vitesses virtuelles est apparu à la fin de la statique comme une sorte de synthèse de cette branche de la science, divers principes généraux, ceux de d'Alembert, d'Hamilton, de la moindre action, couronnent pareillement la dynamique en résumant en quelque sorte les connaissances acquises sur les équations du mouvement d'un point. Ainsi présentés, ces principes pénètrent bien plus aisément dans l'esprit de l'étudiant.

Les équations de Lagrange sont, en outre, de nouveau obtenues, à titre d'application du principe d'Hamilton.

Il n'existe pas, à notre connaissance, de traité de Mécanique à la fois plus complet, plus rigoureux, plus méthodique et plus détaillé que celui de M. Appell, dont nous venons d'analyser sommairement le premier volume.

A titre d'observations générales, ajoutons d'une part que, dans un but didactique, l'auteur s'est constamment imposé l'obligation de ne parvenir que progressivement, par l'étude directe de cas particuliers de plus en plus compliqués, aux principes généraux de la Mécanique analytique en lesquels il n'y a véritablement avantage à synthétiser la science que pour un esprit déjà familiarisé avec les éléments de celle-ci; de l'autre, que chaque chapitre est complété par une riche moisson d'exercices, avec

indication sommaire des solutions, et que la variété, l'importance de ceux-ci non moins que la nouveauté de nombre d'entre eux ajoutent au livre, déjà si remarquable par son exposé général, un attrait des plus puissants.

Enfin les citations bibliographiques abondent dans le texte, dont l'intérêt est encore rehaussé en maints endroits par de courtes digressions historiques fixant la marche des idées d'où sont sorties les théories aujourd'hui en notre possession.

Nous ne pensons pas pouvoir mieux faire en terminant, après avoir loué la belle exécution de l'ouvrage, que de répéter ce que nous disions ailleurs au lendemain de son apparition : " On ne sait qu'admirer le plus dans le beau livre de M. Appell, ou de son extrême richesse, ou de l'élégance de ses méthodes, ou de la science si vaste et si profonde de l'auteur, ou de la lumineuse netteté de son exposition. "

M. d'Ocagne.

VI

Statistique de la production des gîtes métallifères, par L. de Launay, ingénieur au Corps des mines, professeur à l'École supérieure des mines. *(Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire.)* — Petit in-8° de 193 pp. — Paris, Gauthier-Villars, G. Masson, 1894.

Au mois d'avril 1893, nous avons analysé l'*Aide-Mémoire* de M. L. de Launay sur la *Formation des gîtes métallifères.* Le savant professeur de l'École des mines vient d'y joindre un complément *essentiellement pratique,* destiné aux ingénieurs plutôt qu'aux géologues et aux minéralogistes. Il leur présente, avec une grande concision et souvent sous forme de tableaux, les résultats obtenus dans l'exploitation des gisements métallifères des différents pays. L'ordre suivi est fort simple et toujours le même. Tous les métaux usuels sont successivement passés en revue : M. de Launay indique leurs usages, leurs minerais, leur prix, leurs centres de production méthodiquement groupés par pays et par districts, la production par gisements et la consommation annuelle du monde entier.

Les gîtes mentionnés ne sont l'objet d'aucune description, et ils ne pouvaient l'être ; car l'auteur n'a visé qu'à rendre service à ceux qui utilisent les métaux, en rassemblant des chiffres qu'il faut, d'habitude, aller chercher dans un grand nombre d'ouvrages écrits en toutes les langues, et au milieu d'une foule de détails théoriques.

F. D.

VII

Memorias de la Comision del Mapa geologico de España. — *Descripcion fisica y geologica de la provincia de Vizcaya*, por D. Ramon Adan de Yarza. — Grand in-8° de xiv-193 pp., et viii pl. — Madrid 1892.

L'étude géologique détaillée de l'Espagne avance rapidement depuis quelques années. Des mémoires d'une vraie valeur scientifique ont été publiés successivement sur diverses provinces de la péninsule, par les soins et sous la direction de la Commission pour la carte géologique. Le fascicule que nous avons sous les yeux est la monographie étendue et soignée de l'une des plus petites provinces du royaume. La Biscaye forme, avec le Guipuscoa et l'Alava, ce qu'on appelle les *pays basques,* non moins intéressants par leur population industrieuse et intelligente que par la beauté et la variété de leurs paysages. Dans deux mémoires précédents, M. Adan de Yarza nous avait déjà donné l'étude physique et géologique des deux provinces de Guipuscoa et d'Alava ; le présent travail est donc un heureux complément.

Située sur le flanc septentrional de la chaîne cantabrique, au point où celle-ci se rattache aux Pyrénées, la Biscaye doit à ce voisinage les caractères distinctifs de sa configuration topographique. Cette configuration se résume dans une série de plis parallèles orientés du N.-O. au S.-E. et dus au soulèvement de la chaîne franco-espagnole. Seulement, ici comme partout, les agents d'érosion ont dégradé ce relief si simple par le creusement de dépressions et de vallées transversales, et l'ont ainsi transformé, surtout dans la moitié N.-E. du territoire, en un réseau compliqué de montagnes, dont le Gorbéa (1540 mètres) est au sud le point culminant.

M. Adan de Yarza a consigné dans son Mémoire une étude sérieuse et approfondie de l'orographie, de l'hydrographie et de la climatologie de la Biscaye : sans nous y arrêter, abordons de suite le point de vue géologique. La constitution géologique du pays est peu variée. De tous les termes de la série stratigraphique, le système crétacé, soit inférieur, soit supérieur, est seul représenté : ajoutons-y sur les flancs et dans le fond de quelques vallées des lambeaux de dépôts quaternaires et récents. Comme on peut le voir d'un coup d'œil sur la carte au 400 000e annexée au Mémoire, l'infracrétacé se montre principalement dans deux

zones assez étendues. L'une traverse toute la province du N.-O. au S.-E. et correspond à un grand pli anticlinal : elle se compose, à la base, de roches détritiques, sables plus ou moins argileux et psammites, sur lesquels se développent habituellement des calcaires compacts coralliens à *Requiena Lonsdalei,* Sow. La seconde zone infracrétacée, moins vaste, occupe la pointe N.-E. du territoire, tout contre la mer : les calcaires compacts coralliens y dominent, tandis que les éléments détritiques inférieurs affleurent plus rarement. Ces roches appartiennent toutes à l'étage aptien : M. Adan de Yarza, pour marquer le rôle joué par les calcaires coralliens, les désigne sous le nom d'*Urgo-aptiennes.*

Le reste du sol biscayen, c'est-à-dire près des deux tiers de la province, est constitué par le crétacé supérieur : on y observe, de bas en haut, des calcaires argileux, des sables et des marnes. Bien que la rareté relative des fossiles laisse planer quelques doutes sur l'âge relatif de certains horizons, l'ensemble se rapporte au cénomanien. Les planches II et III du Mémoire nous offrent douze coupes, dirigées en moyenne du N. 35° E. au S. 35° O., et, par suite, sensiblement perpendiculaires à la direction des strates. L'auteur les étudie en détail et complète ainsi utilement l'étude générale du terrain.

Sur l'horizon assez uniforme de ces couches crétacées, se détachent quelques affleurements assez importants de roches éruptives : ce sont d'abord des roches acides, le *trachyte,* qui forme, au N.-O. de Bilbao, la colline abrupte d'Axpe (80 mètres de hauteur) : les composants sont essentiellement l'orthose sanidine et l'oligoclase. Plus étendus sont les affleurements d'*ophite,* cette roche basique si caractéristique de la chaîne pyrénéenne : elle apparaît en de nombreux points, situés à peu près exclusivement dans la moitié N.-E. de la province, mais constitue surtout un grand massif auprès et à l'ouest de Guernica, la cité patriotique des Biscayens. Tous ces gisements d'ophite s'alignent sensiblement du N.-O au S.-E., ce qui correspond à la direction moyenne des couches sédimentaires. L'ophite se compose essentiellement d'augite et d'un plagioclase, soit oligoclase, soit labrador ; l'apatite en minces aiguilles hexagonales et le fer oxydulé y sont très abondants. La biotite, la chlorite, la calcite et le quartz, tous éléments assez fréquents, sont généralement de formation secondaire. Quatre planches, comprenant huit figures de plaques taillées dans divers échantillons de la roche, permettent au lecteur de se faire une idée des variations qu'elle présente. Dans un de ses affleurements, l'ophite est

accompagnée de *téphrite,* roche essentiellement formée de plagioclase et de néphéline associés à des silicates ferro-magnésiens.

On ne peut parler de la géologie de la Biscaye sans mentionner les riches gisements de fer de Sommorostro et de la région à l'ouest de Bilbao.

Aussi M. Adan de Yarza, qui est ingénieur en chef du corps des mines, n'a garde d'oublier le minerai qui fait la richesse de la province. Comme on le voit dans le plan détaillé des exploitations métallifères (pl. VIII, échelle au 40 000e), la zone fertile s'étend, en deux grands massifs, sur une longueur de 24 kilomètres du N.-O. au S.-E., la largeur moyenne n'étant que de 6 kilomètres. Le minerai est de l'oxyde ferrique, tantôt hydraté (hématite rouge), tantôt anhydre (hématite grise).

La texture nettement cristalline de la variété *campanil,* épigénèse du fer spathique; les beaux rhomboèdres de spath calcaire qui l'accompagnent; les formes concrétionnées du minerai rouge ; les cristaux de quartz qui tapissent des géodes, tout, dit M. Adan de Yarza, proclame l'origine hydrothermale de ces minerais. Voici, en peu de mots, d'après l'auteur, le mode de formation de ces oxydes. Après le dépôt des couches crétacées, des phénomènes geysériens se seront produits, donnant lieu au jaillissement de sources chargées de fer spathique en dissolution à la faveur d'un excès d'acide carbonique. Le carbonate de calcium étant plus soluble que le carbonate de fer dans l'eau saturée d'acide carbonique, celui-ci se sera précipité pendant que le calcaire se dissolvait : ce que semble d'ailleurs indiquer le fait que le minerai de fer existe de préférence en relation de contact avec les masses calcaires. Par la perte de l'acide carbonique et l'absorption d'oxygène, ces pseudomorphoses de fer carbonaté se transforment en oxydes de fer. Ce processus de réactions s'applique du reste aux autres carbonates (dialogite, smithsonite) au contact de la calcite et de la dolomie : ce qui explique pourquoi les minerais de zinc et de manganèse sont, eux aussi, si souvent en relation de contact avec les calcaires et les dolomies.

Mentionnons seulement pour mémoire les nombreuses sources médicales qu'un sol ainsi bouleversé par les phénomènes orogéniques et éruptifs ne pouvait manquer de présenter. L'auteur étudie brièvement les plus importantes.

D'après ce bref compte rendu, on voit que notre auteur écrit en connaissance de cause et que son travail a le mérite

d'être fait consciencieusement. Qui voudra visiter cet intéressant pays de Biscaye et se préoccupe un peu du côté scientifique des choses, aura intérêt et profit à le prendre pour guide.

J. Muthuon, S. J.

VIII

La Chaleur, par Pierre De Heen, membre de l'Académie royale de Belgique, professeur de Physique expérimentale à l'Université de Liége. — Un volume in-8° de x-382 pages, avec 177 figures dans le texte. — Liége, Marcel Nierstrasz, éditeur, 66, rue de la Cathédrale, 1894.

La plupart des traités de la chaleur se ressemblent. On y trouve la description des mêmes appareils, l'exposé des mêmes méthodes expérimentales, l'énoncé des mêmes résultats ; ils ne se distinguent guère les uns des autres que par la clarté plus ou moins grande de l'exposition. Tous doivent être complétés par la lecture des travaux récents, disséminés dans les publications périodiques et les recueils académiques; car la part qu'ils leur font est généralement très restreinte.

L'ouvrage de M. Pierre De Heen se présente avec de tout autres caractères. Sans négliger le fond classique du traité, le savant professeur de l'Université de Liége s'attache surtout à mettre en œuvre les recherches de ces dix dernières années. Personne n'était mieux à même que lui de le faire avec succès. Il lui a suffi, en effet, de grouper en un corps de doctrine ses propres travaux physico-chimiques, qui ont porté sur la plupart des chapitres du traité de la chaleur, et d'y rattacher ceux des savants qui, pendant la même période, ont étudié les mêmes sujets. Son livre ne fait donc nullement double emploi avec les traités existants : il les résume très nettement et surtout les complète très heureusement. D'ailleurs un livre écrit par un physicien de grand mérite, professeur distingué, expérimentateur habile, écrivain érudit, exposant ses propres travaux et ses vues personnelles, sanctionnés en grande partie par l'approbation ou les récompenses de l'Académie royale de Belgique, est évidemment une bonne fortune dont voudront profiter tous ceux qui s'intéressent à cette partie de la science.

Le livre de M. Pierre De Heen se distingue encore par une

autre qualité; — quelques-uns y verront peut-être un défaut, mais nous ne saurions partager leur manière de voir. Chacun des chapitres se termine par des considérations théoriques où l'auteur cherche à remonter des faits et des conclusions expérimentales à leur cause, et à en tirer des indications sur la constitution probable de la matière. La tâche, sans doute, est ardue. et l'auteur ne prétend pas l'avoir épuisée ; mais nous l'approuvons complètement de n'avoir pas cru perdre son temps en s'y essayant. Il a d'ailleurs profité de cette occasion pour exposer sa manière de voir sur le rôle des théories physiques. Nous ne pouvons mieux faire que de transcrire cette page de l'introduction qui met bien en relief la physionomie propre du livre de M. De Heen.

" L'introduction d'une hypothèse relative à cette constitution (de la matière) peut être considérée, en dehors de sa réalité, comme un moyen didactique puissant. Toute la série des phénomènes se trouvant rattachée à une même cause et en découlant à titre de conséquence nécessaire, le lecteur peut prévoir par lui-même les faits qui vont s'observer.

„ Mais indépendamment de cette considération d'ordre purement pratique, qui relègue toute théorie au rôle de simple moyen mnémotechnique, ou de classification, les recherches théoriques ont en réalité un but plus élevé : celui de satisfaire un désir naturel de l'homme, celui de savoir, de remonter aux *causes*. Sans doute, ces causes se présenteront toujours à nous sous forme d'hypothèses plus ou moins probables; mais leur degré de probabilité ne fera que s'accroître à mesure que les faits permettront d'élaguer un plus grand nombre de *possibilités,* tout en tendant à confirmer de plus en plus celles qui traduisent probablement la réalité.

„ Qu'il nous soit permis de constater ici qu'il existe une école de savants atteints d'un mal intellectuel qu'on pourrait désigner sous le nom de scepticisme scientifique. Elle paraît s'être condamnée à ne jamais tâcher de *savoir;* pour elle, toute conviction qui n'a pas la certitude du fait observé est d'importance nulle. La théorie de la lumière elle-même n'est qu'un jeu d'esprit fort ingénieux, permettant au calculateur de développer toute l'élégance de ses formules.

„ La science prend alors l'aspect froid d'une collection d'objets soigneusement étiquetés, et n'ayant entre eux que les rapports qui sont imposés par l'évidence ou par un certain nombre de principes fondamentaux.

„ Sans doute, la détermination de ces rapports, indépendants de toute hypothèse, et qui ont trait, soit à la théorie analytique, soit à la théorie mécanique de la chaleur, présentent une importance telle qu'il est inutile d'insister pour le démontrer. Mais ces sciences doivent être nettement distinguées de la physique proprement dite, dont la mission est de remonter le plus possible à la nature des choses.

„ Pour établir la distinction qui existe entre la physique et la théorie mécanique de la chaleur, qu'il nous suffise de citer un exemple : Sir W. Thomson a démontré, en se basant sur le principe de la conservation de l'énergie, que la tension de la vapeur émise par une surface liquide concave est plus faible que celle émise par une surface plane. Cette démonstration appartient à la théorie mécanique de la chaleur : elle est rigoureuse, mais elle *élude* complètement la recherche de la *cause* du phénomène. C'est au physicien qu'est dévolue la mission de rechercher cette cause. „

Voici un résumé succinct des sujets traités dans le livre de M. De Heen : Les *notions préliminaires* définissent les deux facteurs principaux du traité, la *température* et la *quantité de chaleur*. L'ouvrage lui-même se partage en cinq parties. La première est consacrée à l'*étude des gaz :* compressibilité, dilatabilité, densité, capacité calorifique, frottement intérieur, conductibilité, diffusion. Cette partie contient en outre la détermination de l'équivalent mécanique de la chaleur faite par Joule, et un chapitre, intitulé *matière radiante,* consacré aux expériences de Crookes. La seconde partie traite des *liquides.* Elle s'ouvre par un excellent résumé des phénomènes capillaires. L'auteur est un partisan convaincu de la réalité de la tension superficielle des liquides ; mais à la fin de son exposé il consacre aux idées de Laplace un chapitre intitulé *ancienne théorie.* La chaleur spécifique des liquides, leur dilatabilité, leur compressibilité, la chaleur de vaporisation, les pressions internes des fluides en général, le frottement intérieur des liquides, la diffusion et la conductibilité calorifique fournissent les sujets des chapitres suivants. *Le passage de l'état liquide à l'état de gaz ou de vapeur* fait l'objet de la troisième partie, l'une des plus intéressantes et des plus riches en observations personnelles de l'auteur. Dans la quatrième partie, M. De Heen aborde l'*étude des solides ;* il traite d'abord de l'élasticité de traction et de torsion, puis de la dilatabilité, de la chaleur spécifique, de la conductibilité calorifique et de la fusion. Enfin la cinquième partie est consacrée à l'exposé des travaux récents relatifs aux *solutions.*

M. De Heen n'abuse pas de l'analyse et emploie très judicieusement les constructions graphiques; le soin apporté à la composition typographique de son livre, le grand nombre de figures très bien choisies et fort nettes, concourent aussi à en rendre l'étude plus aisée. Nous souhaitons que cet excellent ouvrage trouve auprès des professeurs et des élèves de nos universités le bon accueil qu'il mérite.

J. T.

IX

I. Annuaire de l'observatoire royal de Belgique, par F. Folie, 1894, 61e année. — Un vol. in-18 de 662 pp. et 3 planches. — Bruxelles, Hayez, 1894.

II. Le climat de la Belgique en 1893, par A. Lancaster, météorologiste-inspecteur à l'observatoire royal de Belgique, correspondant de l'Académie royale des sciences. — Un volume de 184 pages, avec planches *(Extrait de l'Annuaire de l'observatoire royal de Belgique pour 1894)*. — Bruxelles, Hayez, 1894.

L'Annuaire de l'observatoire royal de Belgique se compose d'Éphémérides, contenant les principales données astronomiques pour l'année 1894, de renseignements statistiques, géographiques et météorologiques, et des Notices scientifiques suivantes :

1° Essai sur les variations de latitude, par M. Folie; — 2° Détermination des constantes de la nutation diurne et de la nutation bradléenne, des aberrations annuelle et systématique au moyen des séries de la hauteur du pôle observées par Peters et par Gyldén à Poulkova, par le même; — 3° Recherche correcte de la constante de l'aberration par des observations dans le premier vertical, par le même; — 4° Sur la nutation initiale, la nutation diurne, l'aberration systématique et l'aberration annuelle, d'après les observations de latitude de Peters à Poulkova, par le même; — 5° Sur le mouvement du pôle instantané : est-il direct ou rétrograde, par le même; — 6° Note sur les variations de la latitude, par M. L. Niesten; — 7° Les Perséides en 1893, par le même; — 8° Instructions pour l'observation des phénomènes périodiques naturels, par M. J. Vincent; — 9° Le Climat de la Belgique en 1893, par M. A. Lancaster.

Cette dernière Notice, conçue sur le même plan que les mémoires du même auteur sur le climat de la Belgique pendant les années précédentes, contient, comme ceux-ci, le résumé des

observations météorologiques faites en Belgique en 1893, la comparaison des résultats que fournissent ces observations aux caractéristiques de notre climat, et l'énoncé des conclusions auxquelles conduisent ces résultats et cette comparaison.

L'abondance des documents qu'il contient et l'habileté de M. Lancaster à les mettre en œuvre donnent à ce travail une valeur considérable et un grand intérêt, accru encore par la physionomie propre de l'année 1893.

A plusieurs égards, et notamment par la sécheresse extraordinaire de son printemps, cette année est " sans exemple dans l'histoire météorologique du pays „. Pour la première fois depuis sept ans, on a vu une période de sept mois consécutifs, février-août, donner des températures moyennes dépassant les valeurs normales ; cet excès a atteint 2, 3 degrés en mars, et 2, 9 degrés en avril. La température la plus élevée (37°,5) a été observée à Westmalle.

La période mars-juin a été remarquable par l'absence de précipitations ; en revanche l'automne a été assez pluvieux.

La fréquence du vent de NE, signalée déjà pendant les années précédentes, s'est encore augmentée en 1893 ; etc.

M. Lancaster consacre un paragraphe spécial à la tempête du 19-20 novembre. Il fait remarquer, à l'honneur des services météorologiques officiels, que cette tempête a été annoncée en temps utile à tous les ports des côtes menacées. Les météorologistes ne passent donc pas inutilement leur vie à étudier le temps qu'il a fait ; cette voie les conduira lentement mais sûrement à prévoir le temps qu'il fera. Déjà les marins bénéficient de la connaissance des lois des tempêtes, dégagée aujourd'hui de longues séries d'observations ; les agriculteurs auront leur tour. Patience et longueur de temps peuvent seuls triompher des difficultés que présente la plus complexe des sciences d'observation, et nous mettre à même d'écrire, en connaissance de cause, le plus populaire des livres mais le plus malaisé à composer, l'*Almanach*.

J. T.

X

Moses and Modern Science, by the Rev. J. A. Zahm, C. S. C. — Une brochure in-8° de 69 pages. — D. J. Gallagher, 1894.

Le titre de cette charmante brochure semble annoncer une apologie complète du Pentateuque au point de vue scientifique. Dans la réalité, le seul but de l'auteur est de faire ressortir, par

l'examen d'un point plus controversé — l'origine du monde — combien sont injustes les assertions bruyantes des rationalistes contemporains au sujet de l'asservissement intellectuel des catholiques.

Aux cosmogonies fantastiques du paganisme, le R. P. Zahm oppose la cosmogonie de Moïse, la seule d'entre toutes celles que l'antiquité nous a léguées qui ait pu affronter avec honneur les investigations les plus malveillantes du rationalisme contemporain. Si elle surpasse tous les systèmes de la Grèce et de l'Extrême-Orient autant que l'histoire et la vérité l'emportent sur la fiction et l'erreur ; si la critique n'y rencontre ni absurdités, ni incohérences; on ne peut s'attendre à lui trouver, pour les questions qui confinent aux sciences, la lucidité et la méthode de nos traités classiques. On l'oublie trop souvent, Moïse n'a posé ni en naturaliste, ni en géologue, ni en astronome ; sa mission n'exigeait de lui aucune connaissance exacte ou approfondie des merveilles de la nature ; son intention ne fut jamais que d'instruire de ses devoirs le peuple élu de Dieu. Le Saint-Esprit n'a-t-il pas déclaré qu'il abandonnait le monde aux discussions des savants ? Aussi, pour trancher les questions de chronologie, de biologie, d'archéologie préhistorique et même de cosmogonie, il faut recourir, non à l'Ecriture sainte, mais à l'observation, à l'expérience, toutes les fois du moins que le texte biblique n'affirme rien à leur sujet qui soit péremptoire et indiscutable.

Les Pères de l'Église ont compris d'une manière aussi large et aussi rationnelle les rapports de la science et de la révélation. Nous en avons la preuve éclatante dans les différentes interprétations qui ont été proposées au sujet des *six jours* de la création, et qui sont encore aujourd'hui l'objet de la libre discussion dans les écoles théologiques. Et pourtant, quelle distance entre le système *idéal* d'Origène et la version *littérale* de saint Éphrem, de saint Jean Chrysostome et de saint Basile ; entre la théorie des *intervalles* ou des *restitutions* adoptée par le cardinal Wiseman, Buckland, Chalmers et d'autres savants de leur temps, et l'hypothèse actuellement en vogue des *jours-périodes ;* entre le système *éclectique* de saint Grégoire de Nysse et de saint Augustin, et la fameuse théorie toute récente de Mgr Clifford, l'évêque de Clifton !

Une bonne partie de la brochure est consacrée à l'étude comparée de ces diverses hypothèses. L'exposé, clair et succinct, dénote à la fois une sérieuse connaissance des saints Pères, une grande habitude de la controverse et une critique vraiment

scientifique. Le R. P. Zahm ne se prononce pour aucune des théories qu'il confronte, bien qu'il en rejette quelques-unes comme surannées. A son avis, la question n'est pas assez mûrie, et toute solution définitive serait prématurée dans l'état actuel de la science et de l'exégèse. Il lui a suffi de montrer quelle latitude l'Église laisse à ses enfants, dans toutes les matières où le dogme catholique n'est pas directement intéressé, quelle réserve il faut d'autre part aux savants orthodoxes, s'ils ne veulent, par une précipitation téméraire et insensée, prêter le flanc aux attaques et aux railleries des incrédules. A ce titre, nous recommandons l'opuscule *Moses and Modern Science* à tous ceux qui ont à cœur de sauvegarder l'honneur de nos livres saints et l'intégrité du dépôt de la révélation.

Fr. Dierckx, S. J.

XI

Catholic Science and Catholic Scientists *(Science catholique et savants catholiques)*, by the Rev. J. A. Zahm, C. S. C., Professor of Physics in the University of Notre-Dame. — Un vol. petit in-8° de 217 pp. — Philadelphie, 1893.

En 1892, des catholiques, aux États-Unis, conçurent le projet d'une association qui devait admirablement allier l'utile à l'agréable. On inviterait tous ceux qui ont pour mission de former la jeunesse, tous ceux qui s'intéressent à la science, et en général toutes les personnes désireuses de se perfectionner et de s'instruire, sans distinction de rang, d'âge ou de sexe, à se réunir pour passer une partie des vacances d'été dans une même localité convenablement choisie, sur les bords de la mer ou dans un pays de montagnes; là, tout en consacrant une partie du temps à un repos bien légitime, chacun trouverait l'occasion d'accroître ses connaissances par un commerce continuel avec des gens instruits, par la fréquentation de cabinets de lecture qui y seraient installés, et surtout en assistant aux conférences qui seraient données journellement par des spécialistes éminents dans toutes les branches du savoir. Les invitations furent lancées, et on indiqua comme lieu de la première réunion la jolie petite ville de Norwich, située sur le bras de mer qui sépare Long Island du continent américain. L'entreprise réussit au delà de toute espérance : qu'il nous suffise de dire que le nombre de ceux qui répondirent à l'appel s'éleva à plus de quinze cents

personnes, et que les cours ou conférences comptèrent une moyenne journalière de cinq cents auditeurs.

La *Catholic Summer School* ou École d'été était fondée; elle est devenue une institution permanente. L'université de l'État de New-York lui a conféré une charte d'agrégation, et accorde des privilèges considérables à ceux des membres de l'association qui se préparent à subir des examens universitaires. L'association s'est choisi un site permanent, sur les bords du lac Champlain ; l'évêque du diocèse, notre compatriote Mgr Gabriels, a daigné la prendre sous son haut patronage. Les réunions ne durent que trois semaines, mais l'influence de l'association se continue toute l'année, grâce à l'institution de cercles de lecture locaux, et à la publication d'une revue, la *Columbian Reading Circle Review*. Cette revue assigne chaque mois des lectures que l'on recommande aux membres des cercles, et propose une série de questions auxquelles pourront répondre ceux qui auront étudié les ouvrages indiqués (1).

Il va sans dire que, dans les travaux de la *Summer School*, toutes les sciences sont traitées à la lumière de la vérité chrétienne, conformément à ces belles paroles du card. Newman : " La vérité religieuse n'est pas seulement une portion de la science, elle est la condition indispensable de toute science. „

L'un des promoteurs de cette belle institution, le R. P. Zahm, C. S. C., de l'université Notre-Dame (Indiana), prit une part active à la réunion de 1892, et y donna une série de conférences sur les rapports de la science avec la foi. L'année suivante, à la demande de ses auditeurs et sur les sollicitations de ses amis, il remania ces conférences et les publia sous le titre : *La science catholique et les savants catholiques.*

L'ouvrage est divisé en quatre sections : I. L'Église et la science. II. Les savants catholiques et leurs œuvres. III. Le dogme catholique et le dogmatisme scientifique. IV. Les amis et les ennemis de la science.

L'Église n'a pas besoin d'apologistes auprès de la science : son glorieux passé est là pour attester qu'elle fut toujours la protectrice éclairée et dévouée du vrai savoir. Et pourtant on entend si souvent répéter qu'il y a un complet désaccord entre la science

(1) Nos lecteurs apprendront sans doute avec plaisir que la *Revue des questions scientifiques* est mentionnée au premier rang parmi les publications étrangères dont la lecture est le plus chaudement recommandée aux membres de la *Summer School;* elle y est même qualifiée de " *marvel of quarterlies* „.

et la foi; que nos saintes Écritures sont en opposition manifeste avec les découvertes modernes; que l'âge du monde, les jours de la création, l'unité de l'espèce humaine, la date de son apparition, sa divine origine, l'étendue du déluge, et mille autres questions sont autant de points sur lesquels nos livres inspirés se trompent étrangement. Le livre du R. P. Zahm vient à propos pour montrer que cette prétendue contradiction entre la science et la foi provient uniquement de ce que, d'un côté, on s'obstine trop souvent à regarder comme articles de foi ou enseignements dogmatiques des opinions personnelles et des explications provisoires de quelques théologiens et commentateurs, et que, d'autre part, on admet non moins souvent comme faits certains et comme principes démontrés les vagues spéculations, les conjectures incertaines et les rêves sans fondement de savants à sensation.

D'ailleurs, quand on entreprend une étude plus approfondie de ces questions si controversées, on ne tarde pas à découvrir dans les données et les conclusions de ces prétendus savants tant de désaccord entre eux et tant de contradictions avec eux-mêmes, que tout catholique sérieux ne pourrait concevoir aucune crainte.

Le véritable ennemi de la science, c'est la fausse philosophie; ce sont ces hommes qui, aveuglés par la haine du surnaturel, abandonnent le domaine des faits dûment constatés pour construire des théories *à priori* qui ne démontrent qu'une seule chose : le désir insatiable qui anime leurs auteurs d'anéantir, s'ils le pouvaient, toute croyance religieuse. Les vrais amis de la science sont ces hommes qui cultivent patiemment le champ qu'ils se sont choisi, et qui, grâce à leur constant labeur, enrichissent l'humanité par ces découvertes incontestables auxquelles leur nom sera associé à jamais.

Le livre du R. P. Zahm jette une vive lumière sur tous ces points. A un raisonnement clair, à une logique rigoureuse, l'auteur ajoute l'éloquence des noms de ces illustres croyants qui ont su conquérir une place distinguée dans le monde de la science. La lecture de cet ouvrage ne peut manquer d'affermir les convictions des catholiques et de dissiper les nuages dont une fausse science s'efforce d'envelopper leurs croyances.

On regrettera peut-être que l'auteur n'ait pas jugé à propos d'ajouter à son travail une table de matières détaillée, et une liste alphabétique des noms des savants dont il invoque l'autorité: ce double complément permettrait de consulter avec plus de fruit un livre si rempli de faits et de témoignages. M. M.

XII

Note sur la découverte de l'homme quaternaire de la grotte d'Antelias, au Liban, par G. Zumoffen, S. J. — In-4°, 8 pp., IV pl. — Beyrouth, Imprimerie catholique S. J., 1893.

On a signalé plusieurs stations préhistoriques dans le Liban. La grotte de Nahr-el-Kelb, située près de la source du Lycus, est la plus connue. Elle fut explorée en 1864 par M. Louis Lartet. Un autre gisement de silex taillés et d'ossements fut découvert la même année vers l'embouchure du Nahr-el-Kelb dans la Méditerranée, par M. Tristram. En 1878, M. Fraas a fait connaître la grotte de Baghadin Djoz, dans le Ouadi qui porte le même nom.

Quant à la grotte d'Antélias, elle est située vers la source du Nahr Antélias, à peu de distance de la mer. C'est un couloir de 8 mètres de large, de 6 à 8 mètres de hauteur, ouvert sur une profondeur de 60 mètres dans le calcaire cénomanien. Une brèche à silex et à ossements, signalée déjà en 1833 par le voyageur suédois Hedenborg, forme un seuil à l'entrée. Mais c'est dans la première chambre intérieure que le R. P. Zumoffen a fait les trouvailles les plus intéressantes. Voici une coupe du sol sur ce point : terre sèche et meuble, 8 à 12 centimètres; terre et cendres, 10 centimètres. Cette zone représente un foyer renfermant en abondance des silex taillés, des os calcinés et brisés, des traces de poterie. Terre argileuse rougeâtre, avec traces de charbons et de cendres, 40 à 50 centimètres. La base est formée par des pierres, des débris d'ossements et de silex, agglutinés dans une terre durcie. L'explorateur n'a pas signalé des différences de faune ou d'industrie, suivant les niveaux; à toutes les profondeurs, il a rencontré des ossements d'animaux, des couteaux et des outils en silex, des nucleus; puis des ossements humains brisés, pêle-mêle avec les ossements d'animaux. De belles planches photographiques reproduisent la vue et le plan de la grotte; les principaux types de silex; un poinçon en os; un os plat percé d'un trou de suspension; des ossements humains fragmentés.

La faune renferme, d'après les déterminations de M. Charles de Fritsch : *Bos priscus; Ursus (arctos?); Sus scrofa; Felis pardus; Cervus elaphus; Cervus (Dama) mesopotamicus?; Cervus capreolus;* trois autres Cerfs indéterminés, dont une très grande espèce; *Capra primigenia; Capra Beden;* deux autres Chèvres;

Antilope ; *Lepus aegyptius; Mustela; Spermophilus; Perdix graeca; Columba.* Puis des mollusques terrestres et marins : *Helix pachya;* Patelles ; Troques ; Huîtres.

L'auteur conclut que l'homme primitif du Liban vivait du produit de sa chasse et de mollusques. Un os humain présente des stries qui semblent faites par des outils de silex. Serait-ce un indice d'anthropophagie ?

Le R. P. Zumoffen paraît rapporter la totalité du gisement, y compris les débris humains, au quaternaire. Je serais beaucoup moins affirmatif : ni la faune, ni l'industrie ne semblent aussi anciennes. Le P. Zumoffen annonce l'intention de continuer ces fouilles, assurément très intéressantes.

A. Arcelin.

XIII

La Creación, la Redención y la Iglésia ante la Ciencia, la Crítica y el Racionalismo, por el Padre R. Martinez Vigil, de la Ordén de Predicadores, Obispo de Oviedo. — Deux volumes in-8° de 503-840 pp. — Madrid, 1892.

L'an dernier, nous avons rendu compte de l'ouvrage si remarquable du cardinal Gonzalez, *La Biblia y la Ciencia ;* aujourd'hui nous nous proposons de signaler aux lecteurs de la *Revue* une œuvre non moins remarquable d'un autre prélat espagnol, disciple chéri du regretté cardinal, et comme lui fils de saint Dominique : *La Création, la Rédemption et l'Eglise en face de la science, de la critique et du rationalisme,* par l'Illustrissime évêque d'Oviedo, Mgr Vigil. Comme cet ouvrage embrasse à la fois toutes les sciences sacrées et profanes, nous devons, à notre grand regret, pour ne pas sortir des limites qui nous sont fixées par la nature même de cette *Revue,* nous attacher surtout à l'analyse du premier volume, qui intéresse plus directement les sciences naturelles.

Après avoir exposé la notion exacte de la science, l'*Introduction* démarque les deux camps : d'un côté les sciences divines, celles de la raison et celles de la nature, et la méthode propre à chacune d'elles ; de l'autre, les conclusions du camp ennemi, formé de matérialistes, de positivistes et de rationalistes, le danger qu'ils constituent et la nécessité de les combattre. Le but à atteindre requiert cinq ordres de connaissances dans l'apologiste catholique : connaissance du dogme, de la théologie, des

sciences, du droit naturel, de l'Église. L'auteur expose ensuite le but de son ouvrage, qui est de démontrer, en mettant en œuvre les conquêtes légitimes des sciences, que les thèses et les hypothèses rationnelles ne sont nullement en désaccord avec les définitions dogmatiques et les doctrines communément enseignées dans l'Église catholique.

Dans le livre Ier, l'auteur étudie la *Création* et toutes les questions connexes. La science, qui ignore l'origine de l'univers, et qui doit recevoir de la philosophie la notion d'un être distinct de la matière, est impuissante à combattre la doctrine de la foi touchant la création. Les vérités qui se rapportent incidemment à la foi, relatives à la formation, la distinction, l'ornement de ce monde visible, ne répugnent pas aux hypothèses rationnelles mises en avant par la science (chap. I).

Il n'y a pas non plus de conflit entre la foi et la science au sujet de la *vie :* la foi enseigne que la vie est le produit d'un acte direct ou indirect du Créateur, et la science admet que la vie est dans le monde postérieure à la matière, en confessant son ignorance touchant l'origine de la première. La Bible affirme un certain ordre dans l'apparition des êtres vivants ; la science confirme cet ordre, et constate dans ces êtres un élément supérieur aux forces mécaniques (chap. II).

Quant à l'*origine de l'homme,* nous savons par la foi que Dieu forma son corps et y créa une âme spirituelle, et que tous les hommes proviennent d'une même souche. Ces affirmations ne peuvent être contredites par la science, qui ignore comment l'homme est venu en ce monde : car l'hypothèse du transformisme, qui ne merite pas la qualification d'irréligieuse, ne mérite pas non plus celle de scientifique (chap. III).

L'*histoire de l'homme* selon la foi se réduit à nous apprendre que nos premiers parents furent élevés à l'état surnaturel et enrichis de dons gratuits surajoutés aux dons naturels. Leur perfection était relative, et proportionnée à leur condition. L'antiquité du premier homme ne ressort pas avec certitude de la chronologie biblique, que l'Église n'a pas fixée. La science marche à l'aveugle dans ses recherches sur la vie des premiers hommes ; elle nous montre des vestiges humains dans la période quaternaire ; elle ne prouve pas que l'humanité a commencé par l'état vraiment sauvage, et que son antiquité remonte aussi haut que le voudrait certaine école préhistorique (chap. IV).

L'âme étant spirituelle et immortelle, il s'ensuit que la *fin assignée à l'homme* par la foi n'est pas une absurdité. Le péché

originel, qui a dépouillé l'homme des dons surnaturels et a débilité sa nature, a créé des obstacles à l'obtention de sa fin. La science n'explique pas la nature de l'âme, et n'a aucun argument contre le péché originel (chap. v).

Pour lever ces obstacles et relever l'homme, un Rédempteur lui fut promis. Toutes les nations ont conservé un écho de la révélation primitive et des traces de la *promesse du Rédempteur*. Le criticisme historico-religieux ne prouve pas que la religion primitive de l'humanité ait été la mythologie, qui en se perfectionnant aurait donné naissance à des cultes plus parfaits : au contraire, de puissants motifs nous portent à croire que le monothéisme régna d'abord, et que c'est sa corruption qui engendra les religions polythéistes (chap. vi).

Dans la *promulgation du décalogue* sont renfermés les principes de morale communs à tous les hommes, conformes à la loi naturelle, et confiés à la garde de l'Église. A côté de la loi naturelle existe la loi divine, qui doit conduire l'homme à sa fin surnaturelle. L'école critique est dans l'erreur quand elle n'admet d'autre loi morale que le résultat de la civilisation : les peuples sauvages ne sont pas privés de moralité (chap. vii).

La réalité du *déluge biblique* est appuyée par les traditions de l'Égypte, et plus encore par celles de la Chaldée, interprétées à l'aide des découvertes modernes. Les peuples les plus divers ont conservé des souvenirs de cet événement qui prouvent sa réalité. La géologie atteste l'existence d'inondations partielles et successives ; et bien que le *diluvium* des géologues ne puisse pas être rapporté au déluge mosaïque, il démontre sa possibilité, et fait disparaître tout désaccord avec la science (chap. viii).

La théorie de l'*universalité absolue* du déluge est en opposition avec la science, et doit recourir aux plus grands miracles relativement aux eaux et aux animaux, surtout si l'on tient compte de la faune du nouveau monde, si différente de la nôtre. La théorie de l'*universalité restreinte à l'homme* coupe court à toutes les difficultés, expose le texte biblique d'une manière plausible, et s'accorde avec les données certaines de la science. Quant à la *non-universalité anthropologique*, la Bible, l'exégèse traditionnelle, la science, les découvertes modernes " sont incapables jusqu'à présent de l'investir d'une probabilité qui permette de ne pas tenir compte des difficultés qu'elle soulève „ (chap. ix).

On le voit, le livre premier montre la merveilleuse harmonie de la science et de la foi dans les questions qui touchent à la création et aux principales institutions humaines. Le savant

disciple de saint Thomas, marchant sur les traces de son Maître qu'il ne perd jamais de vue, expose avec clarté et méthode les doctrines professées de part et d'autre, et montre si bien leur union intime, que l'accord admirable entre la science et la foi frappe aussitôt les yeux. L'opinion de l'éminent auteur sur le darwinisme applique à l'homme est parfaitement fondée, et l'on ne peut rien ajouter ni retrancher à son jugement autorisé. La discussion sur l'antiquité de l'homme est d'un maître consommé; le chapitre du décalogue ouvre de nouveaux horizons ; dans la controverse du déluge apparaît la prudence d'un adroit lutteur. — La science ne se plaindra pas des égards que l'Illustrissime auteur a pour elle ; et c'est par un excès de courtoisie, sans doute, que dans quelques passages il accorde plus d'éloges qu'elles ne méritent à certaines autorités scientifiques dont la manière de voir est en désaccord avec la sienne.

Le deuxième livre, *La Rédemption,* est un beau programme de questions dont le développement complet exigerait des volumes. L'auteur les traite d'après un plan bien conçu et les résout avec une merveilleuse critique : c'est ce que montre en particulier le chapitre de la *Religion.*

Le livre troisième, *L'Église,* mérite d'être recommandé à l'étude des politiques modernes. Dans ce livre, l'auteur reprend tous les arguments du rationalisme contemporain, et les anéantit par sa logique irrésistible.

Honneur à l'épiscopat espagnol, qui compte dans ses rangs des écrivains d'un tel mérite ! Nous nous plaisons à constater d'une part la consolation que nous éprouvons en voyant appuyées par l'autorité de si grands prélats des doctrines qui sont les nôtres, et d'autre part l'encouragement que nous donne l'exemple de si éminents écrivains pour approfondir l'étude des questions scientifiques. En vérité, l'Église actuelle d'Espagne ne le cède pas, en fait de véritable science, à celle qui excita l'admiration du Concile de Trente, et elle peut encore se glorifier aujourd'hui de servir de modèle aux autres nations.

M.

REVUE

DES RECUEILS PÉRIODIQUES

ANTHROPOLOGIE.

LE MIRAGE ORIENTAL (1).

Attribuer aux langues, aux civilisations, aux races européennes une origine asiatique, voilà ce que M. S. Reinach appelle le mirage oriental. Il reprend la thèse de Penka, de Pœsch, de Schrader, et s'efforce de détruire l'un après l'autre tous les arguments invoqués en faveur de l'origine orientale des Européens. Ces arguments sont empruntés, comme l'on sait, soit à la linguistique, soit à l'histoire des animaux domestiques, soit enfin à l'archéologie.

L'argument linguistique reposait principalement sur l'idée, reconnue fausse aujourd'hui, que la langue savante des Hindous, le sanscrit, est plus voisine de l'idiome aryen primitif que les langues européennes. Il y a parmi celles-ci des dialectes, comme le lithuanien, qui paraissent avoir conservé plus fidèlement leurs formes anciennes. On avait cru pouvoir assigner comme patrie d'origine à nos animaux domestiques l'Arménie ou la région méridionale du Caucase. Mais il serait difficile de maintenir cette thèse en face des résultats fournis par l'exploration des stations quaternaires européennes, où l'on voit représentés tous les types ancestraux de nos animaux domestiques. Reste l'argument archéologique, sur lequel M. Reinach insiste plus particulièrement et qui se subdivise en un grand nombre de

(1) L'Anthropologie, t. IV, 1893, pp. 539 et 699.

questions. Il y a d'abord celle de la jadéite et de la néphrite qui servirent à confectionner des outils à l'époque néolithique. Ces roches furent-elles importées d'Asie, comme on le pensait naguère, ou sont-elles originaires d'Europe, comme on commence à le croire? On a acquis la certitude que des outils en néphrite et en jadéite ont été fabriqués sur place dans nos stations européennes. Les explorateurs ont en effet retrouvé, sur plus d'un point, les déchets de fabrication. De plus, on a découvert des gisements de néphrite en Silésie, et l'on a reconnu que la composition minéralogique des jadéites n'est pas la même en Europe et en Asie. La callaïs, qu'on a considérée aussi comme un bijou d'importation, et dont on ne connaît pas de gisements naturels, manque dans l'Europe centrale et paraît localisée dans le Morbihan, la Provence, les Pyrénées, le Portugal. Cette répartition n'est pas favorable à l'idée d'une provenance orientale. De la distribution géographique des cités lacustres ou palafittes, M. Alexandre Bertrand avait conclu à l'existence d'un courant venu du Caucase. Elles forment en effet une longue traînée, depuis le Phase jusqu'en Helvétie. Mais M. Reinach a fait observer que les cités lacustres asiatiques, dont parle Hippocrate, sont beaucoup plus récentes que celles d'Europe, en sorte que le courant, au lieu de partir du Caucase, semblerait être allé y finir. D'ailleurs rien ne prouve qu'il y ait eu un courant unique. Le contraire est beaucoup plus probable, puisqu'il y a encore des palafittes en Océanie.

L'étude des monuments mégalithiques conduirait à des conclusions analogues. Les plus anciens datent de l'époque de la pierre polie et se trouvent dans l'Allemagne du Nord. Il y en a de l'âge du bronze en France, dans l'Afrique septentrionale, au Caucase. Ceux qu'on signale dans l'Inde sont encore plus récents, et même il y en a de tout à fait modernes. Ce n'est donc pas là qu'il faut aller chercher l'origine de ce genre de construction. Dans les pays civilisés de bonne heure, en Grèce par exemple, il n'y a pas de dolmens. Les mégalithes y sont remplacés par des constructions dites cyclopéennes, formées également de gros blocs, mais offrant un caractère de civilisation plus avancée.

L'histoire des origines de la métallurgie fournit-elle des arguments contraires à la thèse de M. Reinach? Il estime que non. Un savant allemand, M. Much, a montré que dans toute l'Europe les premières armes, les premiers instruments en métal, généralement en cuivre, étaient copiés sur les armes en pierre du

pays où on les trouve. Plus tard, à l'époque du bronze, chaque région a ses types particuliers. Toute hypothèse d'importation ou même d'influence étrangère doit donc être écartée. On a exploré dans le Caucase des nécropoles du premier âge du fer, où l'on a trouvé la fibule en arc, avec incisions, identique à celles des nécropoles contemporaines de l'Europe centrale. On rencontre également au Caucase un système d'ornementation emprunté au règne animal, qui rappelle le groupe des antiquités sibériennes. L'influence de l'Assyrie ne s'y manifeste guère, si tant est qu'on puisse l'y reconnaître. En un mot, rien dans les antiquités du Caucase ne donne l'impression que cette contrée ait été le point de départ d'un mouvement vers l'ouest avant les temps classiques. L'hypothèse de métallurgistes ambulants qui auraient importé leurs procédés d'orient en occident est donc, d'après M. Reinach, inconciliable avec les faits. En Suisse on voit l'industrie métallurgique se perfectionner sur place.

La question de l'étain tient une place considérable dans l'histoire de la métallurgie. Sans étain, pas de bronze. M. de Mortillet fait venir l'étain préhistorique de l'Inde. Il invoque, à l'appui de son opinion, l'existence de gîtes d'étain, les plus riches du monde, à Malacca ; la provenance hindoue d'une statuette de Bouddha, pourvue d'un tintinnabulum et ornée de croix gammées ; puis enfin la petitesse des poignées d'épées européennes de l'âge du bronze. M. Reinach réfute ces trois arguments. Non seulement, dit-il, l'étain préhistorique ne venait pas de l'Inde, mais au IIIe siècle avant notre ère, l'Inde recevait encore son étain d'Alexandrie. La statuette de Bouddha est relativement très récente. Le signe de la croix gammée, déjà représenté à l'époque préhistorique dans la deuxième ville d'Hissarlik, qui date au moins du XXe siècle avant J.-C., ne pénétra dans l'Inde qu'après l'ère chrétienne. On ne trouve ce symbole ni en Égypte, ni en Phénicie, ni en Assyrie, tandis qu'il est fréquent dans l'Italie du nord, dans la vallée du Danube, en Thrace, en Grèce, sur le rivage occidental de l'Asie mineure. Il est donc très problablement d'origine européenne. Quant à la petitesse des poignées de l'âge du bronze, elle ne tient pas à la petitesse des mains, mais à la manière dont on saisissait les armes. M. Reinach croit avoir dissipé les illusions philologiques sur lesquelles on appuyait la théorie de l'origine orientale de l'étain. Ce métal s'appelle en grec κασσίτερος et en sanscrit *kastira*. On a cru que le vocable grec venait de l'Inde. C'est le contraire qui a eu lieu, d'après M. Reinach. *Kastira*

vient de κασσίτερος, et κατσίτερος serait un mot à facies celtique, dérivé du nom même des îles dont on tirait l'étain, les îles Cassitérides. Mais tout cela est bien problématique encore.

En Égypte, on trouve déjà l'étain dans la pyramide de Meïdoum et à Kahoun, 2500 à 3700 ans avant J.-C., s'il faut en croire quelques auteurs. M. Maspero a recueilli des grains d'ambre dans des tombeaux de la ve dynastie. M. Reinach en conclut qu'on peut identifier le commerce de l'ambre à celui de l'étain, et admettre qu'ils venaient l'un et l'autre du nord de l'Europe. C'est aller un peu vite. L'ambre se trouve bien ailleurs que sur les bords de la Baltique.

Pendant les siècles lointains qui correspondent à l'âge du bronze, l'orient aurait donc reçu en définitive de l'Europe plus qu'il ne lui aurait donné. Il n'y avait pas contact immédiat. L'étain arrivait en Assyrie ou en Égypte de proche en proche. On ignorait les lieux de production. C'est plus tard que les Phéniciens établirent des relations maritimes entre l'orient et l'occident. Ils introduisirent sur les côtes où ils faisaient escale des produits d'origine orientale ; mais ces objets ne pénétraient pas loin à l'intérieur du continent européen. En France, l'influence orientale se révèle au premier âge du fer seulement par l'importation de perles en verre bleu qui devinrent des objets de toilette recherchés. Jusque-là la civilisation était restée absolument indigène. Mais, pour trouver dans l'Europe centrale des monuments incontestablement égyptiens, il faut descendre au IIe siècle avant Jésus-Christ. Toutes les antiquités égyptiennes ou pseudo-égyptiennes trouvées en Gaule, en Allemagne, en Belgique, en Hollande, proviennent de milieux romains.

Pendant de longs siècles les habitants de l'Europe et des îles de la Méditerranée vécurent donc isolés des peuples orientaux. Ils avaient une civilisation commune. Ainsi s'expliqueraient les analogies, constatées par MM. Siret, entre les antiquités primitives de l'Espagne et celles d'Hissarlik. De cette manière aussi, on rendrait compte de la dissémination des constructions cyclopéennes dans le bassin méditerranéen. Elles appartiennent à la civilisation pélasgique. Les Pélasges sont les peuples qui ont précédé les Italiens et les Grecs, en Italie, en Grèce, dans l'Archipel, sur la côte asiatique. Ils ont reçu différents noms, Minyens, Lélèges, Cariens. Les Étrusques et les Héthéens seraient des Pélasges. Il est vrai qu'à en croire Hérodote, les Étrusques étaient d'origine lydienne, c'est-à-dire asiatique. M. Reinach tranche la difficulté en les considérant comme des Pélasges

revenus à leur point de départ, après s'être orientalisés en Asie. Quant aux Héthéens, ils représenteraient le premier ban des envahisseurs qui passèrent d'occident en orient. Cette civilisation pélasgique se rattacherait étroitement à celle qui régnait en Europe à l'époque des monuments mégalithiques et de la pierre polie.

Sur ce fond primitif, il se forma plus tard des provinces variées résultant du cantonnement des tribus. C'est ainsi que M. Flinders Petrie et, à sa suite, M. Reinach distinguent le groupe égéen qui embrasse la Grèce et les îles de l'Archipel. Les Égéens avaient déjà des établissements dans la vallée du Nil 2500 ans avant Jésus-Christ. On a trouvé leurs poteries à Cahoun sous la XIIe dynastie.

Un peu plus récent est l'épanouissement de la belle civilisation révélée par les fouilles de Mycènes, qualifiée à cause de cela de mycénienne, mais qui s'étendit bien au delà des limites de la cité grecque. On a rencontré ses traces en Italie, en Thrace, en Transylvanie, à Hissarlik, en Égypte. Elle présente des affinités avec les antiquités de l'âge du bronze hongrois et celles du nord de l'Europe. Elle subit certainement les influences de l'Asie et de l'Égypte ; mais elle se les assimila et les transforma suivant son génie particulier. L'étranger ne lui fournit que des suggestions. Elle demeura, dans le fond, essentiellement européenne. C'est seulement vers le temps de la XVIIIe dynastie que l'Égypte et le monde mycénien se pénétrèrent. C'est alors que les vases mycéniens se répandirent dans la vallée du Nil et avec eux des motifs d'ornementation inconnus de l'ancien art des Pharaons.

Il faut placer la civilisation mycénienne entre le XVIe et le XIIe siècle avant J.-C. Elle fut arrêtée dans son essor par l'invasion dorienne. Alors, pendant une période de plusieurs siècles, le commerce phénicien et les influences orientales se firent sentir en Grèce. Dans tout le monde antique, dit M. Reinach, les influences orientales ne prennent le dessus qu'au moment des crises qui affaiblissent le courant européen. La Grèce, l'Archipel, la côte d'Asie furent les terrains sur lesquels s'effectua pour la première fois la rencontre de ces deux grands courants.

Telle est en résumé la thèse de M. Reinach, soutenue, je me plais à le reconnaître, avec tout l'éclat d'une érudition aussi riche que variée. J'admets bien que jusqu'à la fin de l'âge de bronze, l'Europe et les peuples égéens poursuivirent leur évolution dans un certain isolement et suivant les inspirations de leur génie propre. Cela résulte jusqu'à l'évidence des dernières explo-

rations archéologiques, des fouilles merveilleuses de M. Schliemann à Hissarlik, à Mycènes, à Tirynthe, de M. Richter à Chypre, de M. Flinders-Petrie en Égypte, de M. Siret en Espagne, etc. Il faut désormais parler d'une grande civilisation européenne préhistorique ou proto-historique, qui tient dignement sa place en face des civilisations chaldéenne et égyptienne. Elle leur est inférieure sur un point seulement: c'est une civilisation muette; elle ignorait l'écriture. Aussi n'a-t-elle laissé dans la mémoire des hommes que des légendes et des traditions confuses. C'est un résultat inespéré et très glorieux pour notre temps, d'être parvenu à y jeter quelque lumière à l'aide des faits que l'archéologie a mis au jour.

Mais les questions d'origine sont restées aussi obscures que par le passé. A l'époque néolithique on voit des races nouvelles couvrir l'Europe. M. Reinach a montré la faiblesse des arguments généralement invoqués en faveur de leur origine orientale; mais cela ne prouve pas qu'elles se soient formées sur place. La question reste entière, enveloppée du plus complet mystère. La science sociale nous apprend que les races de chasseurs ne s'élèvent pas spontanément à un degré supérieur de civilisation. Quels germes, quels ferments, quelles causes ignorées ont donc transformé les populations de l'Europe quaternaire en substituant à la chasse la vie pastorale et agricole qui caractérise les temps nouveaux? — M. Reinach renverse l'hypothèse qui attribue aux Hindous l'invention du bronze. Mais il ne nous dit pas à qui revient l'honneur de cette grande découverte. Que les Phéniciens, au moment où leur commerce atteignit son apogée, aient tiré l'étain de la Grande-Bretagne, cela paraît bien établi. Mais plus anciennement, d'où venait-il? M. d'Acy a cité des textes d'où il résulte qu'au XVIe siècle avant J.-C. les Égyptiens recevaient d'Asie une partie de leur bronze et probablement aussi leur étain. Mais les Européens, où allaient-ils s'approvisionner ? Comme en définitive ce n'est pas du côté de l'océan que l'Europe quaternaire et néolithique a pu vraisemblablement recevoir ses ferments civilisateurs, il faut bien chercher vers l'orient la solution du grand problème des origines, et le mirage oriental apparaît de nouveau. M. Reinach l'a passé au crible d'une savante critique; il l'a émondé, il ne l'a pas supprimé.

ADRIEN ARCELIN.

PHYSIQUE.

LES RAYONS LUMINEUX CURVILIGNES.

Nous nous proposons de résumer, dans ce bulletin, les travaux relatifs à la propagation curviligne de la lumière. Nous nous attacherons surtout à leur partie expérimentale; et nous en ferons précéder l'exposé des notions nécessaires et de rapprochements utiles à leur intelligence (1).

Notions et rapprochements. — Ouvrons, dans le volet d'une chambre obscure, un orifice étroit : la lumière s'y précipite, et l'expérience montre qu'elle se propage en ligne droite ou en *rayons rectilignes*. Plaçons, devant l'orifice, une lame plane de verre teinté : les rayons la traversent en prenant sa couleur, mais ne sont point infléchis. Recevons-les sur une surface polie : ils s'y *réfléchissent*, en changeant brusquement de direction à la surface du miroir ; leur marche est maintenant brisée, mais rectiligne dans ses deux parties; les rayons réfléchis ont la même couleur que les rayons incidents, et leur direction est indépendante de cette couleur.

Enlevons le miroir, et remplaçons-le par un second milieu homogène, verre, eau, etc.; une partie des rayons incidents se réfléchit sur la surface de séparation des deux milieux, une autre la traverse en *se réfractant;* la marche des rayons est doublement brisée, et toujours rectiligne dans toutes ses parties. Si la lumière incidente est simple ou monochromatique, les rayons réfléchis et les rayons réfractés ont la même couleur, mais la direction de ceux-ci n'est pas indépendante de cette couleur, et elle varie aussi avec la nature des milieux en présence : tous ne sont pas également *réfringents* ou n'ont pas le même indice. Si la lumière incidente est composée, si elle est blanche par exemple, les rayons réfractés se *dispersent* en un faisceau de rayons de couleurs différentes, inégalement déviés, mais tous rectilignes.

(1) Annales de chimie et de physique, sixième série, t. XXVII, 1892, p. 94 : *Contribution à l'étude du mirage,* par MM. J. Macé de Lépinay et A. Pérot. — Revue générale des sciences, t. V, 15 mars 1894, p. 155 : *Les Rayons lumineux curvilignes,* par Ch. Ed. Guillaume.

Suivons les rayons réfractés dans leur marche à travers le second milieu. Voici qu'ils arrivent à la face de sortie; deux cas peuvent se présenter. Tantôt les phénomènes que nous constations à la face d'entrée se reproduisent intégralement : une partie des rayons se réfléchit, une autre se réfracte et sort du second milieu. Tantôt, au contraire, la réfraction est supprimée et tous les rayons se réfléchissent. L'expérience montre que cette *réflexion totale* ne se produit que quand les rayons tendent à pénétrer d'un milieu plus réfringent dans un milieu moins réfringent, du verre ou de l'eau dans l'air par exemple, et sous une incidence suffisamment grande, variable avec la nature des milieux en présence.

Il est possible d'utiliser les phénomènes de la *réflexion* et de la *réfraction* pour forcer la lumière à suivre une marche curviligne.

Courbons en cercle une lame métallique polie, mais sans réunir ses deux extrémités. Par l'intervalle qu'elles laissent entre elles, faisons tomber obliquement sur ce miroir cylindrique concave, et parallèlement à sa base, un faisceau étroit de rayons lumineux rectilignes : ils s'y réfléchissent une fois, deux fois,... cent fois, inscrivant, dans leur marche brisée, un contour polygonal que l'on rendra visible en plaçant la lame polie sur une feuille de papier blanc. Il est aisé de faire croître indéfiniment le nombre des côtés de ce polygone, en choisissant convenablement la direction initiale des rayons incidents, et de tendre ainsi vers la réalisation de *rayons lumineux curvilignes*. Nous disons curvilignes et non circulaires, car la forme particulière que nous avons donnée à notre miroir n'est pas essentielle à l'expérience; en la modifiant, et à la seule condition de respecter toujours les lois géométriques de la réflexion, on conduira les rayons lumineux par des chemins courbes très variés, qu'ils suivront avec la même exactitude qu'une bille d'ivoire, convenablement lancée, en mettrait à côtoyer le contour d'un billard curviligne (1).

Le phénomène de la réflexion totale peut nous conduire au même but (2). Dans son cours du Collège de France, Babinet

(1) Bulletins de l'Académie royale des sciences de Bruxelles, t. IX, 1842, 2e partie, p. 10 : *Sur une conséquence curieuse des lois de la réflexion de la lumière*, par M. Plateau.

(2) Comptes rendus de l'Académie des sciences, t. XV (1842), p. 800 : *Sur les réflexions d'un rayon de lumière à l'intérieur d'une veine liquide parabolique*, lettre de M. Colladon; — p. 802 : *Note sur la transmission de la lumière par des canaux sinueux*, par M. Babinet.

réalisait cette expérience très simple : on verse l'eau d'une carafe, par un mince filet continu, dans un vase de porcelaine, ou sur une feuille de papier, en ayant soin de mettre à la hauteur du fond de la carafe une source de lumière, une bougie allumée par exemple. La lumière de la bougie suit, par des réflexions totales successives, le filet d'eau et devient manifeste quand celui-ci se brise sur la porcelaine ou sur le papier. Ce moyen d'infléchir les rayons lumineux réussit également quand on remplace le jet liquide par une tige de verre recourbée; il donne à la lumière ainsi transmise l'aspect d'une lueur phosphorescente.

Colladon employait le même procédé pour rendre visibles à un nombreux auditoire les différentes formes que prend une veine liquide en sortant par des orifices variés. Son appareil est devenu classique. Il se compose d'un vase parallélipipédique d'un mètre de haut; sur une des faces, un peu au-dessus du fond, est une ouverture filetée où s'adaptent des diaphragmes de diamètres différents, destinés à faire varier la grosseur du jet, qui s'échappe du vase dans une direction horizontale. Pour l'éclairer intérieurement, on perce un trou dans la paroi opposée et dans la même direction: on adapte à ce trou une petite lentille convergente qui forme le fond d'un tube noirci à l'intérieur, et qui se prolonge, hors du vase, assez pour arrêter les rayons obliques à l'axe du jet. Ce tube s'engage dans l'ouverture du volet de la chambre obscure, et l'on envoie, à l'aide du porte-lumière, un faisceau de rayons solaires parallèlement à son axe. Ces rayons traversent la lentille et le liquide du vase, et vont converger dans l'ouverture par laquelle s'échappe la veine. Une fois entrés dans la veine, ils rencontrent sa surface sous un angle suffisant pour éprouver la réflexion totale; le même effet se reproduit à chaque nouveau point d'incidence, en sorte que la lumière circule dans ce jet transparent comme dans un canal et en suit toutes les inflexions.

Si le liquide est parfaitement limpide, la veine est à peine visible dans sa partie continue; mais la lumière très intense qu'elle renferme en son sein s'échappe partout où le jet rencontre un corps solide qui l'interrompt, partout où il se brise et se résout en gouttelettes. On peut profiter de cette circonstance pour rendre très brillantes plusieurs des expériences de Savart sur les veines liquides. Si l'on est amené à devoir éclairer la veine près de l'orifice, pour étudier sa contraction par exemple, il est indispensable de troubler le liquide en y dissolvant un solide, ou en y mêlant des poussières : la lumière se diffuse alors, et le jet s'illumine dès sa sortie du vase.

Le jeu des fontaines lumineuses, dont on a beaucoup parlé dans ces dernières années, repose sur les mêmes principes (1).

Dans ces expériences, la trajectoire que parcourt la lumière est déterminée *à priori* par le choix de l'obstacle matériel contre lequel elle se réfléchit. La réflexion change incessamment la direction de la propagation; en sorte que le chemin parcouru par les rayons est une ligne brisée qui copie d'autant plus exactement le contour curviligne de l'obstacle que les points d'incidence sont plus multipliés. Les conditions sont différentes quand on recourt à la *réfraction* pour infléchir les rayons.

Imaginons un milieu hétérogène, formé d'une série de couches transparentes, planes, juxtaposées et inégalement réfringentes. Supposons que des rayons lumineux rencontrent obliquement ce milieu et y pénètrent. Les réfractions successives qu'ils éprouvent en passant d'une couche dans la suivante les lancent sur une trajectoire brisée, dont les longueurs des portions rectilignes dépendent des épaisseurs des couches traversées. Plus ces couches sont minces, plus ces portions rectilignes sont petites. Dans un milieu dont le pouvoir réfringent varierait continûment, les rayons suivraient une trajectoire curviligne dont l'allure ne serait plus fixée par la forme d'un obstacle visible, mais par la loi de la variation du pouvoir réfringent du milieu. Qu'arrive-t-il quand les rayons lumineux pénètrent dans un semblable milieu hétérogène parallèlement à la direction des couches infiniment minces d'égale réfraction? L'expérience montre qu'ils quittent leur trajectoire rectiligne pour s'infléchir vers les couches les plus réfrangibles. Pour nous rendre compte de ce phénomène, recourons d'abord à quelques rapprochements.

Suivons des yeux un petit bateau à hélice qui vogue sur les eaux tranquilles d'un lac. Aussi longtemps que le timonier maintient le gouvernail dans l'axe du bateau, la marche est rectiligne; mais voici qu'il amène la barre à droite, aussitôt l'embarcation dévie vers la gauche. Pourquoi? parce que la position oblique du gouvernail fait naître une résistance qui, en diminuant la vitesse à gauche sans la diminuer à droite, force le bateau à tourner sur lui-même; comme la propulsion n'a pas cessé de se produire dans le sens de l'axe, la direction même de la marche se modifie nécessairement : la proue s'engage du côté où se développe la résistance.

(1) Voir La Nature, 17e année, 1889, premier semestre, p. 401.

Un boulet de canon est lancé horizontalement dans une butte à parois verticales, composée de couches de terre de plus en plus denses, et par conséquent de plus en plus résistantes, de haut en bas. La vitesse du boulet diminue donc surtout à la partie inférieure : il quitte sa trajectoire rectiligne, vire comme le bateau, et s'engage sur une courbe qui s'enfonce vers les couches les plus denses.

Si les rayons de lumière étaient assimilables à la trajectoire du bateau ou à celle du boulet, il suffirait, pour rendre ces exemples immédiatement applicables au problème qui nous occupe, de rappeler cette donnée expérimentale : la lumière se propage d'autant moins vite ou, en d'autres termes, éprouve dans sa marche une résistance d'autant plus grande que le milieu qu'elle traverse est plus réfringent. Dans un milieu hétérogène, elle doit donc dévier comme le bateau, tomber comme le boulet, du côté où se développe surtout cette résistance, c'est-à-dire *vers les couches les plus réfringentes.*

Or dans la théorie des ondulations, qui voit dans la lumière un mouvement vibratoire très rapide des parties du corps éclairant et qui assimile sa propagation à celle des ondes liquides se développant à la surface d'une eau tranquille autour d'un point brusquement déprimé par la chute d'une pierre, les rayons lumineux deviennent les trajectoires orthogonales de ces ondes, c'est-à-dire les lignes, droites ou courbes, qui, parties du centre d'ébranlement, coupent constamment ces ondes normalement. Substituez à la marche du bateau celle du bourrelet liquide que soulève sa proue et dont le front tourne sur lui-même par l'action du gouvernail ; assimilez ce bourrelet à une onde lumineuse : le rayon curviligne qui lui correspond sera représenté par la trajectoire du bateau qui rencontre constamment cette onde normalement. Nous pourrions nous représenter également le sillage du boulet s'enfonçant dans la butte de terre, et justifier de la même manière, jusqu'à un certain point, la comparaison que nous avons établie. Mais une expérience très simple et fort nette, indiquée par M. Guillaume, va nous rapprocher davantage de la réalite et nous permettre de suivre de plus près le phénomène.

Plaçons sur une table une auge rectangulaire, longue et étroite, de telle manière qu'elle soit horizontale dans le sens de sa longueur, et légèrement inclinée dans le sens transversal. Versons-y assez d'eau pour en couvrir le fond, et produisons à l'une de ses extrémités une onde plane en enfonçant brusquement une planchette de haut en bas dans l'eau. Cette onde se

propage le long de l'auge; mais comme l'eau n'y est point partout également profonde, la vitesse de propagation, qui dépend en chaque point de la profondeur du liquide, va en décroissant d'un bord à l'autre; le front de l'onde dévie donc, comme le sillage du bateau sous l'action du gouvernail; en sorte que la trajectoire orthogonale des positions successives de cette onde qui progresse en tournant sur elle-même, de droite qu'elle aurait été dans une auge parfaitement horizontale, se transforme en une courbe dont la concavité regarde la région de plus grande résistance ou de moindre vitesse. Telle est l'image fidèle du phénomène optique qui nous occupe : ces trajectoires orthogonales infléchies figurent les rayons lumineux qui se courbent en traversant un milieu hétérogène, parfaitement représenté par cette couche d'eau d'inégale épaisseur, offrant à la propagation des ondes qui la sillonnent des résistances différentes en ses différentes régions.

La nature réalise des milieux transparents de ce genre; et la marche curviligne des rayons lumineux y donne naissance à des phénomènes variés qui ont excité la curiosité des observateurs et la sagacité des géomètres. D'autre part, des expérimentateurs habiles ont su imiter la nature et reproduire artificiellement ces mêmes phénomènes. Nous allons rappeler brièvement ces observations et décrire ces expériences.

Observations et expériences. — On a remarqué depuis longtemps que les objets situés près de l'horizon apparaissent parfois suspendus en l'air, ou envoient à l'observateur deux et même trois images. Le premier phénomène a reçu le nom de *suspension,* le second celui de *mirage.* Picard, dans son voyage à Uranibourg. les Cassini dans plusieurs de leurs mémoires, Vince et Huddart dans les *Transactions philosophiques* de 1789 et de 1797, Waltermann dans les *Annales de Gilbert,* de Humboldt, etc., ont décrit ces apparences et cherché à les expliquer. D'autres observateurs ont signalé et rattaché aux mêmes causes les déformations singulières que le soleil présente parfois à son coucher. Mais le phénomène de mirage le plus apparent, le mieux constaté et qui a le plus attiré l'attention générale, est celui que Monge a décrit et interprété (1).

Lorsque les soldats français entrèrent dans le désert de

(1) Description de l'Égypte, t. I, 1799 : *Sur le phénomène d'optique connu sous le nom de mirage.*

l'Égypte, toute l'armée fut témoin d'un phénomène d'optique remarquable. Le pays, qui forme une vaste plaine horizontale, parut tout couvert d'eau. Les villages bâtis sur de petits tertres paraissaient au-dessus de cette inondation, et présentaient de loin, outre leur image directe, une image renversée. Les soldats, séduits par l'illusion, couraient vainement vers cette eau imaginaire pour étancher la soif qui les dévorait. Mais le rivage fuyait devant eux ; et l'image de l'eau, reculant sans cesse, leur laissait voir à sa place un sol aride et desséché.

Monge, témoin de ce spectacle, imagina, pour l'expliquer, une théorie qui est encore classique. Au-dessus du sol dénudé d'une plaine fortement échauffée par le soleil, l'air se trouve partagé en tranches horizontales dans lesquelles la température croît et, par suite, l'indice de réfraction décroît, quand diminue la hauteur au-dessus du sol de la tranche considérée. Un rayon lumineux issu d'un point éloigné, dirigé de haut en bas, et traversant ces couches, s'infléchit donc, par réfraction, en tournant sa concavité vers les tranches les plus réfringentes, c'est-à-dire vers le haut, et rencontre par conséquent les couches successives qu'il traverse sous un angle d'incidence progressivement croissant. Si l'incidence initiale est convenable, ce rayon curviligne finit, avant de rencontrer le sol, par arriver sur l'un des plans de séparation de deux tranches consécutives sous une incidence assez rasante pour y subir la réflexion totale; telle est du moins la manière de voir de Monge. Ce rayon rentre alors dans les couches qu'il vient de traverser, en décrivant une seconde partie de sa trajectoire symétrique de la première par rapport à la verticale du point de réflexion totale. Quant à l'apparence d'une surface d'eau, Monge l'explique par la réflexion du ciel ou, pour parler plus exactement, de toutes les particules de l'atmosphère, voisines de l'horizon, qui envoient elles aussi à l'observateur leurs images renversées et, en se réfléchissant autour des objets terrestres comme elles le font sur une eau tranquille, concourent à compléter l'illusion. Le calcul confirme cette explication, dit Biot, en y introduisant quelques modifications; mais " il ne saurait lui enlever une de ses particularités les plus remarquables, qui est d'avoir été trouvée à la vue même du phénomène, au milieu d'un camp, parmi les hasards de la guerre et d'une vie pleine de dangers " (1).

(1) Mémoires de la classe des sciences mathém. et phys. de l'Institut de France, année 1809 (imprimé en 1810) : *Recherches sur les réfractions extraordinaires qui s'observent très près de l'horizon*, par M. Biot.

Bravais reprit plus tard la théorie de Monge et en montra l'insuffisance (1). L'indice de réfraction de l'air qui recouvre une plaine fortement échauffée varie en réalité, non par sauts brusques, mais d'une manière continue; dans ces conditions, la trajectoire curviligne du rayon lumineux présente, au point où se produirait la réflexion totale indiquée par Monge, une tangente horizontale. Dès lors on ne comprend plus pour quelle raison le rayon qui pénètre ainsi horizontalement dans une couche horizontale, c'est-à-dire dans une direction qui correspond à un indice constant, remonte cependant *par réflexion* vers les couches déjà traversées. Bravais fit mieux que de formuler des objections, il les leva en montrant que le retour du rayon s'explique sans faire intervenir l'hypothèse d'une réflexion totale.

Bravais et Biot donnent, dans leurs mémoires, l'équation différentielle des trajectoires des rayons lumineux dans un milieu tel que l'indice de réfraction soit seulement fonction de la hauteur verticale des couches traversées; mais les hypothèses qu'ils sont amenés à faire sur la valeur de cette fonction, pour rendre la suite du calcul possible et son résultat suffisamment simple, s'écartent trop de la réalité pour être admissibles.

MM. Macé de Lépinay et Pérot ont repris la question et ont apporté une contribution très importante à la solution définitive de cet intéressant problème. Ils reproduisent d'abord, en les simplifiant, la démonstration de Bravais et la théorie de Biot; établissent, comme ce dernier, l'équation différentielle de la trajectoire d'un rayon lumineux; et formulent avec lui plusieurs propositions indépendantes de la loi de variation de l'indice.

Il serait difficile d'aller plus loin dans l'étude théorique du phénomène, car toutes les hypothèses, physiquement admissibles, relatives à la variation de l'indice avec la situation des couches, se heurtent à des difficultés analytiques considérables et rendent toute discussion impossible. Les auteurs ont donc appelé l'observation directe à leur secours, et ils sont parvenus très heureusement à suppléer ainsi à l'insuffisance du calcul. La voie expérimentale qu'ils ont suivie avait été ouverte par Wollaston.

Au moment où Monge formulait sa théorie élémentaire du mirage, Wollaston publiait, en Angleterre, un mémoire sur le même sujet (2). Le but principal qu'il s'y propose est de prouver

(1) Société météorologique de France, 1852, p. 227; 1853, p. 55. — Annales de chimie et de physique, 3e série, 1856, t. XLVI, p. 492.

(2) Philosoph. Trans., 1800 : *On Double Images caused by Atmospherical Refraction.*

expérimentalement que ce phénomène est dû à une densité de l'air atmosphérique croissant de bas en haut par l'effet de l'échauffement du sol. Il prouve par des expériences thermométriques que, dans les circonstances où l'on observe le mirage, cet état de l'air, contraire à celui qui existe ordinairement, a toujours lieu; et il réussit à imiter la nature en produisant ces images doubles sur des corps échauffés et à travers des liquides de densité inégale.

La première de ces expériences a été rendue classique par Terquem et Trannin (1). On place sur la lanterne Duboscq le diaphragme à fente étroite, que l'on met horizontale; une lentille achromatique, de 40 centimètres environ de foyer, donne une image de cette fente sur un écran placé à 7 ou 8 mètres. Tout contre la lentille, on dispose une plaque de tôle rectangulaire, ayant à peu près 60 centimètres de longueur sur 15 centimètres de largeur, légèrement inclinée vers la lanterne, et à une hauteur telle que la moitié inférieure du faisceau lumineux sortant de la lentille rencontre cette plaque; puis on chauffe celle-ci avec un réchaud à gaz. Les rayons qui traversent le haut de la lentille, ne rencontrant pas les couches d'air chaud, vont former sur l'écran l'image immobile et directe de la fente; les autres, au contraire, traversent les couches d'air chaud, mirent, et vont former sur l'écran, à 10 ou 15 centimètres au-dessus de la première, une nouvelle image de la fente.

C'est la seconde expérience de Wollaston que MM. Macé de Lépinay et Pérot ont reprise en la perfectionnant. L'appareil employé consiste en une cuve fermée par des glaces parallèles, soutenues par une armature de laiton, d'un mètre de long sur 5 centimètres de largeur et 15 centimètres de hauteur. On la remplit aux deux tiers d'une dissolution de sel marin ou de chlorure de calcium, sur laquelle on verse de l'eau, en la faisant couler lentement le long d'une tige de verre qui porte à son extrémité inférieure une large plaque de liège flottant à la surface libre du liquide : on évite ainsi les mélanges irréguliers des liquides. Après quelques heures, il s'est formé par diffusion une couche intermédiaire dans laquelle l'indice varie, par strates horizontales, d'une manière continue. C'est dans cette couche que l'on étudie la marche des rayons. La lumière d'un arc électrique traverse deux fentes étroites horizontales, fixées l'une

(1) Journal de physique, t. III, 1874, p. 221 : *Production du phénomène du mirage.*

sur la lanterne, l'autre près de l'une des extrémités de la cuve. Distantes de 50 centimètres environ, elles délimitent un faisceau plan qui se transforme dans la cuve en une nappe courbe à génératrices horizontales et dont la section droite a la forme de la trajectoire que l'on se propose d'étudier.

Si l'on veut obtenir rapidement une série de trajectoires lumineuses issues d'un même point, il est commode de suspendre, à peu de distance de la face d'entrée de la lumière dans la cuve, et à l'intérieur de celle-ci, un petit miroir mobile autour d'un arc horizontal. En amenant le faisceau incident à tomber horizontalement sur le miroir, à peu près au niveau de son axe de rotation, il est facile de varier progressivement l'incidence et d'obtenir en quelques instants toute une série de trajectoires. On produit ainsi un mirage artificiel, dans des conditions semblables aux conditions du phénomène naturel, avec cette différence toutefois que, le liquide le plus réfringent étant vers le bas, la marche curviligne des rayons est renversée. Il est possible d'ailleurs de faire disparaître cette différence en opérant avec des liquides dont l'indice de réfraction diminue avec la densité: c'est le cas de l'eau et de l'alcool. En superposant trois liquides convenablement choisis, le chloroforme, le sulfure de carbone et l'alcool, par exemple, on obtiendra même des rayons curvilignes dont le sens de la courbure changera à chaque passage de la couche supérieure de diffusion à la couche inférieure et inversement, de telle sorte qu'ils décriront, le long de la cuve, une courbe ondulée ayant autant de maxima et de minima qu'on voudra.

Lorsque les liquides sont parfaitement filtrés, le faisceau qui les traverse demeure complètement invisible. Pour étudier sa forme, on peut employer deux méthodes. La première consiste à relever les positions où s'illumine, par réflexion totale, une petite perle creuse de verre, fixée à l'extrémité d'une tige rigide verticale. La seconde est plus simple mais moins précise : on immerge dans la cuve, suivant une diagonale, une plaque de cuivre peinte en blanc, portant une division quadrillée, en traits noirs, et sur laquelle le faisceau courbe, issu de la fente horizontale, dessine sa trace sous forme d'un trait lumineux dont l'épaisseur varie avec l'ouverture de la fente.

MM. Macé de Lépinay et Pérot signalent encore une troisième disposition qui permet avec l'eau et l'alcool de réaliser une expérience de cours très élégante. Elle consiste à dissoudre dans l'alcool une quantité très faible de fluorescéine, l'alcool étant

employé sous une épaisseur de deux centimètres au plus. On laisse la diffusion s'opérer pendant quelques heures, puis on fait pénétrer dans la cuve le faisceau plan de lumière, au niveau de l'alcool et dans une direction très peu inclinée de haut en bas. On voit alors une sorte de guirlande lumineuse d'un très bel effet, due à une succession de mirages et de réflexions totales à la surface libre de l'alcool. On peut la dessiner en appliquant contre la cuve un papier transparent, et au besoin la photographier.

Tous les rayons curvilignes issus d'un même point sous des incidences variables, comme toutes les trajectoires des boulets lancés par un canon sous diverses inclinaisons, ont une enveloppe que les auteurs déterminent par une méthode graphique très générale et fort élégante, permettant de discuter, dans tous les cas possibles, tous les détails du phénomène : construction de la caustique, détermination du nombre des images (il n'y en jamais plus de trois), de leur situation droite ou renversée, de leur position relative, etc. Toutes les conclusions de cette discussion sont parfaitement d'accord avec les observations du mirage naturel si l'on tient compte du rôle que joue le sol dans le phénomène.

Ces résultats peuvent être tous confirmés par une très jolie expérience où la caustique est observée directement. On supprime la fente la plus rapprochée de la cuve, et on la remplace par une lentille cylindrique à court foyer et à génératrices horizontales. L'autre fente est un peu élargie, et donne, à travers la lentille, une image très étroite que l'on amène au niveau de l'axe de rotation du miroir plan suspendu dans la cuvette. La lumière s'y réfléchit en faisceau divergent dont les trajectoires dessinent leur enveloppe sur l'écran intérieur, placé diagonalement, avec une netteté de contours parfaite. On voit donc la caustique et l'on peut étudier le mirage dans tous ses détails, ainsi que les conditions les plus favorables à sa production.

L'expérience de Wollaston, dont MM. Macé de Lépinay et Pérot ont su si heureusement tirer parti, se prête également à la reproduction des formes singulières du soleil à l'horizon. Il suffit de regarder à travers la couche de diffusion un disque lumineux que l'on déplace de haut en bas : on le voit s'aplatir, s'allonger, se dédoubler parfois, et passer par les figures bizarres qu'affecte souvent le soleil couchant.

Ce n'est pas seulement à la lumière, nous l'avons vu en commençant, que s'appliquent les principes qui régissent la marche

curviligne des rayons. Tout mouvement vibratoire se propageant dans un milieu hétérogène peut subir des réfractions brusques ou continues, et se propager suivant une ligne brisée ou une trajectoire courbe.

M. Fizeau a démontré, en 1887, l'existence d'un mirage du son, analogue à celui de la lumière et produisant les mêmes illusions sur la direction de la source sonore (1). Ce travail a été analysé dans un bulletin de physique antérieur, nous y renvoyons le lecteur (2). Nous signalerons aussi, en terminant, un travail de M. A. Schmidt où les mêmes principes sont appliqués à la propagation des tremblements de terre (3) ; et un mémoire récent de M. O. Wiener où la marche curviligne des rayons lumineux devient un moyen d'étudier la diffusion et la conductibilité calorifique (4).

J. T.

HYGIÈNE.

L'ébullition de l'eau est un excellent moyen à opposer à la fièvre typhoïde. — C'est là une vérité devenue banale et que l'on éprouverait quelque gêne à répéter si les réclames commerciales ne tendaient trop souvent à en diminuer l'importance en faveur de l'emploi des filtres. Nous avons eu déjà l'occasion de le dire dans cette *Revue :* les appareils de filtration donnent souvent une fausse sécurité. Les meilleurs se laissent traverser par les micro-organismes, pour ne retenir que les plus grosses impuretés. Et sans compter qu'ils sont incapables de s'opposer la plupart du temps au passage des substances toxiques en dissolution, nous avons rappelé qu'ils peuvent devenir eux-mêmes, s'ils ne sont soumis à un méticuleux entretien, des milieux de culture parfois pernicieux.

(1) Comptes rendus de l'Acad. des sciences, t. CIV, 1887, p. 1347 : *Sur certaines inflexions, dans la direction des sons, qui doivent parfois rendre inefficaces les signaux sonores en usage dans la navigation.*

(2) Revue des questions scientif., t. XXIII, p. 268.

(3) Voir Revue générale des sciences, t. V (15 mars 1894), p. 160.

(4) Wiedemann's Annalen, t. XLIX, n° 5, 1893, p. 105 : *Darstellung gekrummter Lichtstrahlen und Verwerthung derselben zur Untersuchung von Diffusion und Warmeleitung.*

Une épidémie de fièvre typhoïde vient inopinément d'éclater à Paris. Et à l'occasion d'un débat qu'elle a fait surgir au sein de l'Académie de médecine, dans la séance du 6 mars, nous avons vu préconiser à nouveau le recours à l'ébullition de l'eau comme le principal moyen à opposer à l'extension de l'épidémie. Les appareils de filtration n'ont guère obtenu la faveur des académiciens de Paris.

On a allégué, à diverses reprises, certains inconvénients de nature à faire écarter l'emploi de l'ébullition. Mais, hâtons-nous de le dire, ces désavantages, relatifs surtout au peu de sapidité et de digestibilité de l'eau bouillie, sont bien plus théoriques que pratiques. L'ébullition mérite donc notre préférence, basée non seulement sur son efficacité, mais encore sur la simplicité de sa mise en œuvre par tout le monde.

La fièvre typhoïde reconnaît certes d'autres agents de propagation que l'eau. C'est surtout vrai quand elle s'est établie à demeure (1). Mais il n'en est pas moins certain que son principal agent d'introduction et de diffusion reste toujours l'eau potable. En temps ordinaire, les eaux de source qui alimentent Paris, celles de la Dhuys et de la Vanne par exemple, renferment environ 200 germes par centimètre cube. Aujourd'hui que l'épidémie existe, on en compte jusqu'à 30 000 dans le même volume d'eau.

Les considérations que nous avons rappelées contre l'usage des filtres plaident éloquemment, au contraire, en faveur de l'ébullition de l'eau.

Y a-t-il lieu de condamner à jamais l'eau d'un puits reconnue actuellement mauvaise par l'analyse chimique et la recherche des microbes qu'elle contient ? — Telle est la question que se pose le Dr Boulengier dans la *Presse médicale belge* (2). L'article qui précède nous autorise à répondre négativement à cette demande, mais ne nous dlspense pas de chercher à éloigner les causes de l'infection de cette eau. Le rejet définitif d'une eau actuellement souillée, tout en revêtant un caractère arbitraire et vexatoire, pourrait avoir en certains cas de fâcheuses conséquences, en forçant par exemple les habitants d'un quartier ou d'un hameau de recourir, faute d'une canalisation irréprochable, à l'usage d'une eau inférieure encore

(1) Dans la maison d'un typhoïdique, les germes morbifiques peuvent nous envahir, [en effet, par l'air et par l'intermédiaire des aliments dans lesquels ils se sont immiscés.

(2) 11 mars 1894, n° 10.

à la première : telle serait, par exemple, l'eau d'un canal, d'un étang, d'une rivière. Or, il est souvent possible, grâce à un examen attentif, de retrouver l'origine de l'infection d'une source.

Tantôt ce sera un tuyau d'amenée tapissé de matières putrides et autres, pour avoir autrefois servi de passage, comme tuyau d'égout, à des matières excrémentitielles ou résiduelles. Tel est l'un des cas cités par M. Boulengier. Il en résultait l'infection secondaire de l'eau à son passage à travers le tuyau. Et la preuve, c'est qu'en substituant à ce dernier une conduite irréprochable, l'eau était reconnue excellente par les différents procédés d'investigation.

Tantôt ce sera le voisinage d'une fosse d'aisance, donnant lieu à des infiltrations qui gagnent l'eau de la source, grâce aux fissures des parois du puits ou à l'insuffisance du sol comme filtre naturel. Le nettoyage complet du puits, la réparation méticuleuse de ses parois ont permis, dans un cas de cette nature, de constater l'excellence de l'eau, après l'emploi de ces moyens.

Il est donc clair que l'analyse ne peut nous renseigner que sur l'état actuel d'une eau, et que prendre des mesures radicales ou définitives, d'après les données défavorables qu'elle fournit à un moment quelconque, constitue un acte d'administration vexatoire et souvent injustifié (1).

Des rapports entre le nombre des mouvements respiratoires et le pouls chez les enfants dans certaines maladies. — A l'état normal, de 2 à 5 ans, l'enfant respire de 24 à 32 fois par minute; de 5 à 10 ans, l'enfant respire 22 à 30 fois par minute; de 10 à 15 ans, il respire de 18 à 26 fois par minute. Les maladies peuvent modifier la fréquence des mouvements respiratoires, surtout celles qui s'attaquent au larynx, aux bronches, aux poumons et aux plèvres. Mais nous ne nous occuperons pas ici de ces modifications. Un point qui offrira de l'intérêt au lecteur, parce qu'il pourra en faire le contrôle une fois la maladie reconnue, c'est la proportion qui existe entre le nombre des battements du cœur et celui des mouvements respiratoires. Normalement, ce rapport se trouve entre 3,5 et 4, c'est-à-dire que les battements du pouls sont de 3 fois et demie à 4 fois plus nombreux que les mouvements respiratoires.

Les congestions pulmonaires et les bronchites modifient peu ce rapport. Dans la pleurésie, il descend à 3.2 ou 3.3, à cause du

(1) *Presse médicale*, 11 mars 1894.

nombre plus grand des respirations comparativement à celui des pulsations cardiaques. Mais c'est dans la pneumonie que le rapport s'abaisse au point de devenir caractéristique : il oscille, en effet, entre 2 et 2.5. Dans cette maladie, le rapport entre les deux fonctions, respiratoire et circulatoire, peut même avoir une signification pronostique. En effet, on a remarqué qu'une pneumonie présentant un rapport élevé n'est pas ordinairement une pneumonie franche, à marche rapide, à chute brusque, à terminaison très souvent favorable, mais constitue souvent une forme secondaire lente du type des pneumonies grippales et dont la terminaison est souvent fatale.

La pratique ne confirme pas toujours ces données, et nous nous rappelons un cas récent de pneumonie lente considérée comme grippale à raison d'une épidémie de grippe qui sévissait en ce moment. Il dura plus de trois semaines, et encore, au bout de ce temps, pouvait-on percevoir l'existence de gros râles dans tout l'appareil respiratoire comme résultat d'une défervescence torpide. Or le pouls s'était généralement maintenu entre 110 et 125 battements et au delà, et la respiration entre 48 et 56 mouvements complets. Si bien qu'avec ces chiffres, se modifiant avec les divers états de la fièvre, il était permis d'obtenir les rapports les plus variés.

Dans les broncho-pneunomies, le rapport se maintient plus près de 3 que de 2.

Dans les maladies générales : fièvre typhoïde, scarlatine, rougeole, sans complication pulmonaire, le rapport entre les fonctions respiratoire et circulatoire reste à peu près le même qu'à l'état normal; car ces deux fonctions subissent ordinairement alors des modifications parallèles.

Tel est en partie le résumé d'une étude faite par M. le Dr Porte et dont le *Journal d'accouchements de Liége* (1) a publié un compte rendu détaillé. Nous croyons qu'il est possible de vérifier les faits avancés par notre confrère. Mais nous estimons qu'ils sont soumis à trop de variations pour qu'on puisse y attacher toute l'importance qu'il leur accorde.

La fièvre typhoïde reconnaît-elle un agent microbien unique? Le microbe seul suffit-il à faire éclore la maladie? — Telles sont les questions étudiées par M. Roger dans la *Presse médicale* dont le *Journal d'accouchements de Liége*

(1) 18 février 1894.

reproduit l'article. Nous nous proposons d'en donner ici les idées essentielles.

Dans toute maladie infectieuse, il importe de considérer l'agent microbien et l'organisme qui le contient, et non pas le microbe seul, comme le veulent certains bactériologues, ni le terrain seul, comme le voulait l'ancienne médecine. Dans ces dernières années, les microbiologistes considéraient le bacille d'Eberth comme le seul microbe capable d'engendrer la fièvre typhoïde. C'était l'agent spécifique de la maladie. Aujourd'hui on tend à diminuer l'importance pathologique de ce microbe, et on se demande, avec une apparence de raison, si nous ne portons pas en nous-mêmes un agent qui, inoffensif dans les conditions hygiéniques ordinaires, deviendrait subitement virulent sous certaines influences, et produirait la maladie typhoïde. Telle est l'opinion partagée par deux hygiénistes éminents, le professeur Arnould (1) et M. Kelsch (2).

Quel serait cet agent ? Le bacille commun de l'intestin, dont le bacille d'Eberth ne serait qu'une variété ou une transformation pour certains microbiologistes. C'est peut-être une opinion encore hardie, malgré les faits qui tendent à diminuer l'individualité du bacille d'Eberth et à le rapprocher du bacille du colon. Admettons que la question n'est pas jugée sous le rapport de l'identité de nature des deux bacilles, et contentons-nous de consigner cette opinion, caressée par plusieurs hygiénistes, qu'un microbe non spécifique est capable de produire la fièvre typhoïde dans certaines conditions déprimantes de notre vitalité. Et ces conditions sont principalement le surmenage, l'encombrement, la souillure du sol et des eaux. On pourrait y ajouter les excès de tout genre, car ils sont une cause sérieuse de débilitation.

La vie militaire en temps de manœuvres offre souvent des exemples de surmenage, et il n'est pas rare de voir des soldats exténués contracter la fièvre typhoïde. Certes il est toujours permis de croire que la maladie est due à l'absorption d'une eau qui contenait le bacille d'Eberth, et qu'elle existait à l'état d'incubation chez les soldats surmenés ; de même s'il s'agit de l'encombrement, des émanations d'un sol souillé de détritus et de l'ingestion d'une eau altérée. Mais si l'on se rappelle que dans une épidémie de fièvre typhoïde observée par M. Monart,

(1) *Dictionnaire encyclopédique.*
(2) *Traité des maladies épidémiques*, 1894.

l'eau incriminée ne contenait, d'après M. Vaillant, bactériologue très compétent,que le bacille du colon et non le bacille d'Eberth; si l'on songe que le bacille typhique ne survit pas à un séjour de trois mois dans les matières fécales, ce qui résulte des recherches de M. Karlinski, tandis que l'on a vu la fièvre typhoïde éclater à la suite de la vidange d'une fosse qui avait reçu des déjections typhiques un an auparavant, n'est-on pas en droit de douter du rôle du bacille d'Eberth? Et dans le cas que je viens de rappeler, l'éclosion de la fièvre après la vidange d'une fosse, ne peut-on pas se demander d'où venait le microbe et si les malades n'ont pas donné, grâce aux émanations de la fosse, une virulence spéciale aux bacilles du colon qu'ils renfermaient en eux-mêmes? D'ailleurs pourquoi redoute-t-on, et avec raison, les infiltrations des fosses d'aisance dans les eaux de boisson, quand ces fosses n'ont pas reçu les déjections de malades typhiques? N'est-ce pas parce que l'on se défie d'une autre influence pernicieuse que celle du bacille d'Eberth. Nous sommes donc porté à croire que le moment n'est plus de tout rapporter à ce bacille, et que le dernier mot de la bactériologie n'est pas dit sous ce rapport.

Nous ajouterons, avec le Dr Roger, que la question du microbe ne modifie d'ailleurs en rien les données admises sur le mode de propagation de la maladie.

Dr Achille Dumont.

ASTRONOMIE (1).

GRANDS TÉLESCOPES.

L'immense monture équatoriale destinée à un objectif de 40 pouces d'ouverture, qui a fait l'admiration des visiteurs de l'exposition de Chicago, nous amène à entretenir nos lecteurs des instruments gigantesques dont la munificence des gouvernements et des amis de la science a récemment doté l'astronomie.

(1) Astronomy and Astro-Physics, n°116, June 1893, *The Yerkes Telescope*, pp. 571 et suiv; — n° 118, October, *The Yerkes Telescope*, Frontispiece, Plate XXXV; *ibid.*, Alvan G. Clark, *Great Telescopes of the Future*, pp. 673-678; *ibid.*, W. R. Warner, *Construction of Large Refracting Telescopes*, pp. 695-699.

Observatory, n° 210, January 1894, *Meeting of the R. A. Society*, pp. 42-43.

Ciel et Terre, t. XII, p. 456.

En Europe, l'Angleterre a son 28 pouces de Greenwich et la Russie est justement fière de son 30 pouces de Pulkowa. Mais la France est plus riche encore. Elle possède deux instruments superbes. C'est d'abord, à l'observatoire de Nice, construit et équipé par M. Bischoffsheim, une lunette de 30 pouces ; — puis, à Meudon, le télescope géminé, photographique et visuel, qui vient d'être achevé pour M. Janssen. Les deux objectifs de ce dernier instrument ont été travaillés par les célèbres astronomes et opticiens MM. Henry frères. La monture, construite par M. Gautier, est d'un caractère particulier : un tube unique, d'acier et de forme carrée, porte les deux systèmes de lentilles. L'objectif visuel a 82 centimètres de diamètre (32,3 pouces anglais) et l'objectif photographique 63 centimètres (24,8 pouces). La longueur focale de l'un et de l'autre est de 17 mètres. Une majestueuse coupole tournante de 20 mètres de diamètre couvre l'instrument ; elle pèse quelque 70 tonnes; un moteur à gaz de 12 chevaux en commande la manœuvre (1).

Ces appareils sont magnifiques ; pourtant ils restent inférieurs en dimensions, et peut-être en perfection, à ce que les États-Unis ont réussi à réaliser. Jaloux de conquérir à son pays la première place dans les travaux astronomiques, James Lick offrit, il y a une dizaine d'années, 750 000 dollars pour la fondation d'un observatoire et la construction d'une lunette qui, dans sa pensée, devait rester longtemps la plus grande du monde. Un 36 pouces, dont la taille et la valeur optique dépassaient de loin tout ce qui avait été fait jusqu'alors dans ce genre, fut construit et installé au sommet du Mont Hamilton, à 1400 mètres d'altitude. A lui seul cet objectif vaut 225 000 francs ; il est porté par un tube de près de 20 mètres de longueur et d'un mètre de diamètre. Tout le télescope a coûté 825 000 francs (2). Terminé en 1887, ce splendide instrument a servi à des travaux astronomiques très importants, notamment aux recherches de M. Burnham sur les étoiles doubles, et nous lui devons la découverte du cinquième satellite de Jupiter faite par M. Barnard en septembre 1892 (3).

Mais le même orgueil national qui créa ce géant pour en faire un roi travaille aujourd'hui à le détrôner. Le télescope Lick est à la veille de céder la place d'honneur, qu'il a si bien tenue pendant

(1) Astronomy and Astro-Physics, n° 118, October 1893, *A Great Refractor for Dr Janssen at Meudon*, p. 764.

(2) Ciel et Terre, t. III, p. 308; — t. V, pp. 105-112.
Bulletin astronomique, 1890, t. VII, p. 398.

(3) Revue des quest. scient., janvier 1893, pp. 633-635.

six ans, au télescope Yerkes. Nous allons donner de ce nouvel instrument une description détaillée que nous encadrerons de quelques considérations générales sur la construction des grandes lunettes.

Objectif du télescope Yerkes. — Les lentilles du futur roi des télescopes ne sont pas encore achevées. Les deux disques, l'un de flint et l'autre de crown, dans lesquels elles sont taillées, proviennent des ateliers de M. Mantois, à Paris. La façon en a été confiée à la maison Clark de Cambridgeport (Massachusetts), universellement renommée pour son objectif de Lick (36 pouces), celui de Pulkowa (30 pouces), les deux 26 pouces de Washington et de l'Université de Virginie, etc... Jamais, déclare M. Alvan G. Clark, je n'ai vu plus beaux blocs de verre, et, indépendamment de leurs dimensions extraordinaires, jamais lentilles ne m'ont paru promettre de plus beaux résultats.

Manufacture des grands objectifs. — La manufacture d'objectifs de taille aussi considérable est un travail extrêmement délicat devant lequel les anciens opticiens auraient reculé. Remarquons-le d'ailleurs, il n'y a pas bien longtemps que les télescopes géants ont rallié les suffrages des savants. Quand, en 1846, on construisit deux réfracteurs de 15 pouces, l'un pour Pulkowa et l'autre pour l'observatoire Harvard, ces instruments furent regardés comme des monstres, et beaucoup d'astronomes crurent que, en fait de dimensions, les limites admissibles pour les lunettes étaient atteintes. D'autres étaient plus confiants dans l'avenir, et c'est à cette époque, si nous ne nous trompons, que se rattache l'anecdote suivante. Le 15 pouces de Pulkowa venait d'être installé. Le Czar visita l'observatoire et, après avoir admiré la nouvelle lunette : " Eh bien! dit-il en s'adressant au directeur, eh bien! Struve, êtes-vous content? „ — " Oui, Sire, répondit l'astronome, *pour le moment...* „

Quoi qu'il en soit, pendant près de quinze ans, on ne tenta point de dépasser le 15 pouces. 1860 vit apparaître le 18 1/2 pouces, qui servit à reconnaître pour la première fois le compagnon de Sirius dont le calcul, depuis plusieurs années déjà, avait établi l'existence. Ce succès fit désirer la construction d'objectifs plus considérables encore. La maison Clark fournit alors le 26 pouces de l'observatoire naval des États-Unis (Washington) et celui de l'université de Virginie, ce dernier offert par M. Léandre J. Mac Cornick, puis le 30 pouces de

Pulkowa et enfin le 36 pouces de Lick, auquel succède aujourd'hui le 40 pouces de Chicago.

Les difficultés qui arrêtaient les anciens artistes sont définitivement vaincues, et si heureusement que M. Alvan G. Clark affirme sans hésitation que la production de lentilles de grandes, d'énormes dimensions, bien supérieures à ce que l'on a tenté jusqu'ici, n'est plus qu'une question de temps et d'argent.

Il n'y avait pas que la coulée des grands disques exempts de bulles d'air, et d'une homogénéité et d'une clarté suffisantes, qui fît obstacle : le façonnage et la correction des surfaces lenticulaires constituent encore un travail extrêmement ardu.

On sait qu'un rayon de lumière non parfaitement simple traversant un prisme ou une lentille en sort décomposé en ses radiations élémentaires, et que, s'il s'agit d'une lentille, cet effet s'accentue à mesure que le rayon s'écarte davantage du centre de figure du milieu réfringent : c'est le phénomène de l'*aberration de réfrangibilité,* cause de l'irisation des images fournies par les lentilles simples.

On sait, en outre, que le faisceau de rayons émanant d'un point lumineux et tombant sur une lentille biconvexe ne converge pas en un foyer rigoureusement ponctuel; en d'autres termes, la lumière réfractée par les lentilles est soumise à une seconde *aberration* dite *de sphéricité.* C'est le fait de la courbure des surfaces d'entrée et de sortie. L'épaisseur des lentilles introduit à son tour une troisième aberration analogue à la seconde.

La théorie qui indique toutes ces particularités montre aussi que la juxtaposition d'une lentille concave-convexe à la lentille biconvexe, et un choix convenable des surfaces de ces deux milieux réfringents, atténuent suffisamment ce que ces phénomènes introduisent de défectueux dans les images des objets pour qu'il soit possible de former un système sensiblement achromatique et aplanétique, c'est-à-dire fournissant des images sans irisation ni aberration sensibles. S'il était permis de se mettre à ce seul point de vue, le façonnage des surfaces pourrait être confié à des machines, et l'on en a imaginé dans ces dernières années qui réaliseraient admirablement ces conditions.

Mais ce qui échappe à toute théorie, c'est la détermination et la correction des défauts de parfaite homogénéité dans les blocs de verre soumis à la taille. Or, quelque légères que soient les différences de densité aux divers points des lentilles, la réfraction devient irrégulière, et presque toujours l'image en est notablement altérée. Parmi tous les objectifs supérieurs à 18 1/2 pouces

construits par la maison Clark, un seul, le 23 pouces de Princeton, a donné une image parfaitement ronde au sortir du tour. Aussi, après le premier travail de polissage effectué mécaniquement, faut-il, dans la presque totalité des cas, procéder à une revue minutieuse des diverses régions du système lenticulaire, afin de localiser les imperfections inévitables de la matière façonnée et d'y remédier par de légères modifications des surfaces terminales : c'est le travail des *retouches locales*.

Exposons brièvement la méthode suivie à Cambridgeport. En face d'un grand miroir plan de 5 ou 6 pieds de diamètre, on place les deux lentilles, flint et crown, dont la combinaison forme l'objectif à achever. Au moyen d'une petite lentille auxiliaire, on forme au foyer, ou plutôt légèrement en dehors du foyer de cet objectif, une étoile artificielle. Cette étoile rayonne vers le système lenticulaire soumis à l'étude. La lumière s'y réfracte, tombe perpendiculairement sur le miroir plan et réfléchie traverse de nouveau l'objectif pour venir former image à proximité de l'étoile artificielle. Dans cette image, les défauts de l'objectif sont évidemment exagérés, les rayons qui viennent la former ayant traversé *deux fois* les milieux réfringents. Pour reconnaître ces défauts, on fait tourner d'un certain angle, autour de l'axe principal de l'objectif, une des deux lentilles, le flint par exemple. Si quelque modification se produit dans l'image de l'étoile artificielle, c'est, à coup sûr, que la lentille de flint n'est pas parfaitement symétrique par rapport à l'axe principal. Il faut la corriger, et l'observation indique dans quel sens. Le foyer d'une région est-il trop court, on modifie la surface correspondante de façon à allonger ce foyer, et inversement. Ce travail se continue jusqu'à ce que la rotation de la lentille de flint ne donne plus aucun changement dans l'image. C'est alors le tour du crown.

On entrevoit tout ce que ces recherches et ces retouches ont de laborieux et de délicat. Pour un objectif de grandes dimensions, il y a là un travail qui peut parfois exiger plusieurs mois.

Réflecteurs et réfracteurs. — Au sentiment de M. Alvan G. Clark, les grands télescopes de l'avenir seront des réfracteurs et non des réflecteurs, et la raison en est dans l'extrême sensibilité des miroirs aux changements de température, aux simples courants d'air, et surtout dans les déformations produites en eux par la flexion. Sous leur propre poids, les grands miroirs cèdent légèrement, leurs surfaces sont modifiées et les images s'altèrent

notablement. Sans aucun doute, les gigantesques lentilles dont nous nous occupons subissent l'influence des mêmes agents, mais la bonne définition de leurs images en est beaucoup moins affectée. Du reste, l'expérience plaide en faveur des lunettes à réfraction; car c'est un fait observé que les grands réflecteurs n'ont guère fourni de résultats remarquables qu'entre les mains des opticiens de génie qui les avaient construits.

Monture des télescopes. — Un objectif étant donné, il faut déterminer le mode le plus convenable de monture à adopter. La question est assez difficile à résoudre. Pour qui n'a vu que des lunettes de taille moyenne, que leur pied parallatique permet de braquer si commodément dans toutes les directions, il semble tout naturel et très simple de donner la même disposition aux grands télescopes. Mais avec les énormes distances focales de 18, de 20 mètres, et au delà, que deviendront la rigidité des tubes, la maniabilité de l'appareil, la douceur et la précision de ses mouvements? On exige des télescopes modernes une multiplicité d'emplois presque exorbitante : travaux spectroscopiques, photographie, mesures micrométriques, observations visuelles, ils doivent se prêter également à tout. Quand on attachera ou qu'on enlèvera à l'énorme lunette des accessoires de l'importance d'un spectroscope pesant plus de 100 kilogrammes, restera-t-elle aisément en équilibre, quelle que soit sa position; la direction de son axe optique ne sera-t-elle pas sensiblement déviée? — Ces simples considérations font pressentir la grande complexité des problèmes que la monture équatoriale impose à l'ingénieur.

Station sidérostatique. — Aussi a-t-on prétendu, à diverses reprises, dans les cinquante dernières années, que la vraie disposition des télescopes géants était la station sidérostatique; en d'autres termes, la lunette, disait-on, devait être pointée à poste fixe vers le sud; la lumière des astres y serait introduite, suivant l'axe, au moyen de miroirs mobiles tournant en même temps que le ciel, grâce à un mouvement d'horlogerie. Du coup toutes les difficultés mécaniqnes étaient supprimées ; on n'avait plus besoin de tube parfaitement rigide ni de pied parallatique; l'immense coupole tournante, elle aussi, devenait inutile.

A ces avantages tant vantés, on pouvait opposer d'abord que l'angle du miroir auxiliaire avec les rayons incidents étant variable, l'observateur recevrait des astres des proportions de lumière fort inégales et parfois bien réduites. Mais, en outre,

à bien considérer les choses, au lieu de résoudre la question, on n'avait fait que la déplacer. Les difficultés mécaniques n'étaient éliminées qu'au prix de difficultés optiques presque insurmontables. En effet, pour donner des résultats convenables, les miroirs sidérostatiques doivent être d'une ouverture beaucoup plus considérable que l'objectif qu'ils desservent, leurs surfaces optiquement parfaites et à l'abri de toute déformation, quelque position qu'ils prennent. Or, dès qu'il s'agit de grands instruments, ces conditions sont si difficiles à réaliser que, en dehors de toute autre considération, elles suffisent à faire condamner le système de la station sidérostatique.

Équatorial coudé. — Une autre solution fort étudiée dans ces dernières années est celle de l'équatorial coudé. C'est une lunette brisée à angle droit par son milieu. Au sommet de cet angle, un miroir ou un prisme à réflexion totale dirige vers l'oculaire le cône de rayons réfractés par l'objectif. La moitié du tube qui porte l'oculaire sert d'axe polaire. Quand cet axe tourne, emportant dans son mouvement l'objectif qui termine l'autre moitié du tube, second côté de l'angle droit, l'observateur passe en revue les astres situés sur l'équateur céleste ou dans son voisinage.

Considérons maintenant l'équatorial coudé dans un azimuth quelconque. Son axe optique coïncide avec un plan horaire déterminé et, pour permettre l'observation des astres situés aux diverses déclinaisons dans ce plan horaire, il suffit d'un second miroir, placé en avant de l'objectif et mobile autour d'un axe perpendiculaire au plan défini par l'axe optique de la lunette brisée.

L'oculaire coïncidant avec l'axe polaire est fixe de position comme celui-ci. Rien n'empêche de le faire déboucher dans un pavillon où l'astronome, assis dans son fauteuil, observera le ciel aussi commodément que le naturaliste travaille au microscope dans le laboratoire le plus confortablement installé.

Mais il y a un revers à la médaille. La double réflexion subie par la lumière des astres enlève aux images une partie de leur éclat et compromet la netteté de leurs contours. Comme dans la station sidérostatique, la proportion de lumière envoyée à l'observateur par le miroir objectif est variable et parfois fort réduite. En outre, il y a les influences perturbatrices provenant de la flexion des miroirs, des températures diverses auxquelles sont soumises les différentes parties de l'instrument, etc.

Ainsi donc, de toutes parts, nous nous trouvons ramenés à la lunette à tube mobile montée sur pied parallatique. C'est le plan qui a été suivi de préférence dans la construction des grands réfracteurs de ces dernières années.

Pied parallatique. — Le premier élément dont il faille s'occuper ici est évidemment le tube de la lunette. De ce tube, dont l'office très simple est de maintenir objectif et oculaire dans leurs positions respectives, on demande deux qualités, légèreté et rigidité ; la légèreté, en vue de la douceur et de la précision des mouvements de la lunette ; la rigidité, pour réduire la flexion au minimum. La matière la plus propre à satisfaire à ces deux postulatums est, pour le moment, la tôle d'acier. On a essayé divers bronzes à base d'aluminium : la légèreté y gagnait, mais aux dépens de la rigidité. La forme du tube n'est pas indifférente : un léger renflement en son milieu augmente considérablement la résistance aux efforts de flexion.

Pied parallatique du télescope Yerkes. — Dans le télescope Yerkes, dont l'objectif a une longueur focale d'environ 64 pieds (19,50 mètres), le tube, fait de tôle d'acier, a 62 pieds et demi de long (18,75 mètres), sans compter le bout oculaire. Le diamètre, au renflement central, est de 52 pouces (1,32 mètre) ; à l'objectif, il n'est plus que de 42 pouces (1,07 mètre), et de 38 pouces (0,97 mètre) seulement au bout oculaire. L'épaisseur de la tôle varie de 7,32 pouces (18,6 centimètres) au centre, à 1,8 pouces (4,6 centimètres) aux extrémités. Le tube complet pèse environ 6 tonnes.

L'axe de déclinaison porte ce tube ; il est d'acier forgé, long de 12 pieds (3,66 mètres) et épais de 12 pouces (30,5 centimètres) ; son poids atteint une tonne et demie.

L'axe de déclinaison est à son tour porté par l'axe polaire, d'acier forgé lui aussi. La longueur de ce dernier axe est de 13 pieds (3,97 mètres) et son diamètre varie de 12 à 15 pouces (30,5 à 38,1 centimètres). Il pèse environ 3 tonnes et demie.

A ces masses énormes, pour adoucir leurs mouvements, on a donné des contrepoids dont la disposition a fait l'objet d'une étude spéciale. Les frottements de glissement ont été transformés en frottements de roulement, grâce à des colliers de roulettes d'acier ; le tout si habilement combiné qu'une pression d'une livre par tonne exercée directement sur le tube suffit à mouvoir la lunette.

L'axe polaire s'engage dans la tête d'un pilier d'une stabilité à toute épreuve. Cette tête est une masse de fonte pesant 5 tonnes et demie, coulée d'une pièce. Le pilier lui-même, de 31 pieds 4 pouces (9,57 mètres) de haut, est composé de cinq tronçons sensiblement égaux en hauteur. Le tronçon de base pèse environ 18 tonnes, et chacun des quatre autres environ 5 tonnes et demie ; de telle sorte que le poids total de cette colonne et de son chapiteau est d'environ 45 tonnes.

Dans le tronçon supérieur du pilier se trouve le puissant mouvement d'horlogerie qui permet à la lunette de suivre automatiquement l'astre sur lequel elle a été braquée. Gouvernée par un pendule conique double qui exécute 60 révolutions à la minute, l'horloge motrice est actionnée par un poids de beaucoup supérieur à ce qu'exige la puissance à développer pour le mouvement de la lunette; l'effort en excès est absorbé par un collier à friction.

Ici, comme dans tous les pieds parallatiques à mouvement d'horlogerie, l'axe polaire peut être, à volonté, par le jeu d'un frein, rendu solidaire ou indépendant du mouvement d'horlogerie. Détruit-on, en desserrant le frein, la liaison de la lunette avec le mouvement d'horlogerie, toute la puissance développée par le poids moteur est instantanément transportée sur le collier à friction et, dans tous les cas, que l'horloge soit embrayée ou non sur l'axe polaire, le pendule conserve sa position et sa marche normales.

Le remontage de cette horloge se fait automatiquement, grâce à un moteur électrique.

De la base du pilier au centre des mouvements de la lunette, c'est-à-dire au point de jonction de l'axe de déclinaison et de l'axe polaire, on compte 43 pieds 6 pouces (13,27 mètres). Un escalier en spirale donne accès au balcon qui entoure la tête du pilier. C'est le poste de l'assistant qui seconde toujours l'astronome au cours des observations. Il peut y surveiller de près le mouvement d'horlogerie et lire les cercles d'ascension droite et de déclinaison. Mais ce n'est pas tout.

Nous avons dit tout à l'heure quel faible effort appliqué directement à la lunette permettait de lui imprimer les mouvements *rapides* par lesquels on l'amène approximativement dans la direction voulue par l'observateur. Ce premier résultat obtenu, les freins sont serrés et la lunette est calée. L'astronome peut alors, tout en conservant l'œil à l'oculaire, modifier la direction de la lunette aussi peu et aussi doucement qu'il le veut, en

agissant sur les tiges de mouvements *lents* placées à la portée de la main. Mais quelque légers que soient les efforts requis à cet effet, on a voulu les épargner à l'observateur et lui conserver ainsi, dans leur intégrité, cette fraîcheur d'attention et ce calme des sens si nécessaires dans les observations délicates. Des moteurs électriques sont là qui, pour ainsi dire, sur un simple signe de sa volonté, actionnent à son gré les mouvements rapides, les freins et les mouvements lents. Bien plus, l'assistant, de son poste élevé, peut, lui aussi, par l'intermédiaire des mêmes moteurs, gouverner la lunette, suivant les désirs de l'astronome. Quelles facilités plus grandes pouvait-on imaginer, et comment tirer parti plus avantageux des ressources de la mécanique et de l'électricité?

Tel est le croquis sommaire du plus remarquable instrument scientifique qui ait été construit jusqu'ici. Les détails qui précèdent nous ont fait connaître chacune de ses parties. Pour terminer par un coup d'œil d'ensemble, nous dirons que le poids total de la gigantesque lunette Yerkes est d'environ 75 tonnes, et que, pointé au zénith, l'objectif se trouve á une hauteur de 72 pieds (21,96 mètres), c'est-à-dire, équivalemment, au faîte d'une maison à six étages. Et ce qu'il y a de plus merveilleux en tout ceci, c'est que ces dimensions colossales, l'habileté des ingénieurs de la maison Warner et Swasey a su les allier à une perfection de détail vraiment surprenante, et telle qu'elle fait de cet instrument colossal un modèle de maniabilité et de précision.

Il est vrai que ce chef-d'œuvre se paiera un beau denier. L'objectif coûtera 300 000 francs, le pied parallatique et les accessoires 600 000, l'observatoire et la coupole 150 000: au total plus d'*un million de francs.*

Plancher-ascenseur et coupole. — Il va sans dire que l'on ne peut songer à suivre l'oculaire de semblables lunettes dans ses différentes positions au moyen de simples chaises roulantes. Entre les deux positions d'un observateur visant à la lunette Yerkes le zénith d'abord, puis l'horizon, il y aura une différence de niveau de plus de 10 mètres. Il est donc nécessaire de recourir à l'artifice déjà employé à Washington, à Lick et, plus près de nous, à Nice et à Meudon : tout le plancher est rendu mobile et transformé en un immense ascenseur. Une machine hydraulique fournit la puissance nécessaire, et le mouvement d'un levier détermine la montée ou la descente du plancher.

Quant aux coupoles, disons seulement que le problème de leur

construction est aujourd'hui parfaitement résolu ; une force d'un kilogramme par tonne suffit à les mettre en mouvement.

Destination de la lunette Yerkes. — Les études auxquelles la lunette Yerkes doit être appliquée seront principalement l'observation des étoiles multiples et les recherches de physique solaire. Le premier de ces départements est dévolu à M. S. W. Burnham, ci-devant astronome à Mount Hamilton, le second à M. G. E. Hale. Ce dernier s'occupe actuellement du plan du *spectrohéliographe* (1) destiné à utiliser la splendide image solaire formée au foyer de 40 pouces. Nous aurons à revenir sur cet appareil.

Voilà donc l'ancienne Astronomie et la jeune Astrophysique nanties d'un nouvel instrument de recherches plus puissant et plus parfait que tout ce qu'elles possédaient déjà. Combien de temps le télescope Yerkes gardera-t-il la préséance? La noble émulation et la royale libéralité des Mécènes américains nous fait présumer que son règne ne sera pas de longue durée. " Nous allons donc voir, conclut M. Alvan G. Clarck, s'enrichir considérablement le trésor de nos connaissances actuelles. Dans ces dernières années, l'horizon de la science s'est considérablement élargi. Sur ses confins apparaissent des lueurs encore mystérieuses. Les grands télescopes de l'avenir seront leurs interprètes. „

J. D. Lucas, S. J.

BOTANIQUE.

Les grandes questions de physiologie végétale ont reçu rapidement une solution provisoire acceptable. Il semble qu'il y ait eu à leur égard comme une intuition des lois naturelles laissant loin derrière elle l'analyse, d'allure essentiellement lente et embarrassée. Ce n'est pas une raison cependant pour que celle-ci perde ses droits ou y renonce. Il importe au contraire qu'elle

(1) Voir Revue des questions scientifiques, octobre 1882, *La Photographie des protubérances solaires*, pp. 488 et suiv.

revienne sur le chemin trop lestement parcouru et en tâte pour ainsi dire chaque pouce carré, afin de s'assurer qu'aucun des facteurs des phénomènes envisagés n'a échappé, ou de signaler les particularités présentées par des types organiques en quelque sorte aberrants, qui réclament des interprétations diverses des lois biologiques même les plus générales.

La certitude scientifique n'est qu'à ce prix.

On le sait : les conditions biologiques sont rarement identiques même dans les êtres les plus rapprochés. Conséquemment toute donnée numérique simple, destinée à exprimer les manifestations vitales, doit être tenue pour suspecte si elle vise autre chose qu'une estimation moyenne généralement acceptable, mais sans prétention ni à une rigoureuse exactitude, ni à une généralisation absolue.

Échanges gazeux des plantes grasses avec l'atmosphère. — Les patientes recherches d'Éphrem Aubert sur les plantes grasses, au point de vue de leurs échanges gazeux avec l'atmosphère, sont pleines d'intérêt à cet égard. Sans être toutes également neuves, les conclusions qu'il formule corrigent bien des idées reçues, en corroborent d'autres et, en tous cas, projettent une vive lumière sur les fonctions physiologiques de ces plantes auxquelles leur constitution spéciale crée comme une place à part dans le monde végétal.

Aubert a porté ses recherches tant sur la transpiration que sur la respiration et l'assimilation de ces végétaux.

Les conclusions qu'il formule lui-même clairement au fur et à mesure de ses expériences méthodiquement conduites nous permettront d'en résumer brièvement les résultats.

I. *Transpiration* (1). Les végétaux charnus, toutes proportions gardées, transpirent notablement moins que ceux dont le parenchyme est peu développé : " Soit à égalité de surface, soit à égalité de poids frais, dit l'auteur, parmi les plantes à épiderme mince, celles qui transpirent le moins sont les plantes grasses, et cela d'autant moins que leur carnosité est plus accentuée. Il en est de même des végétaux pourvus d'une épaisse cuticule. Les Cactées les plus charnues sont celles qui transpirent le moins; „ chez ces dernières, la transpiration peut être de quinze à vingt

(1) Éphrem Aubert : *Recherches sur la turgescence et la transpiration des plantes grasses.* Ann. des sc. nat., 7e série, t. XVI, 1892.

fois moindre que dans les végétaux ordinaires pourvus d'une cuticule mince.

D'autre part, " à poids égal, les plantes grasses contiennent en général une bien plus forte proportion d'eau que les végétaux charnus.

„ Pour une même famille de plantes grasses, les espèces les plus riches en eau sont aussi les plus charnues. Enfin dans l'étendue d'une même plante grasse la répartition de l'eau est inégale :

a. Dans les tiges feuillées des Crassulacées, la quantité d'eau s'accroît à partir du sommet jusqu'à un certain point de la tige qui correspond aux feuilles en complète activité ; puis il y a diminution progressive de la quantité d'eau jusqu'à la base de la tige.

b. Les feuilles encore jeunes et parfaitement exposées à la lumière sont les plus riches en eau.

c. Chez les raquettes d'*Opuntia,* comme chez les tiges de Crassulacées, c'est dans la région moyenne la plus parenchymateuse que la proportion d'eau est la plus élevée. „

A quoi tiennent ces deux particularités : turgescence considérable, transpiration faible ?

Les causes en sont multiples : épaisseur des organes et profondeur du parenchyme, forme ovoïde ou sphérique des cellules qui, en réduisant les surfaces de contact, réduit aussi les échanges aqueux par voie osmotique de cellule à cellule ; existence autour des cellules, dans la profondeur des tissus, d'une atmosphère saturée d'eau; quantité faible de chlorophylle relativement à la masse de l'organe et conséquemment limitation de la chlorovaporisation ; épaisseur de la cuticule dans certaines espèces et particulièrement dans les Cactées, etc.

Mais Aubert s'attache surtout à mettre en relief le rôle des acides organiques ou des gommes dont ces plantes sont exceptionnellement riches.

En effet : " les Crassulacées renferment, en dissolution dans le suc cellulaire, surtout de l'acide isomalique libre ou combiné et des traces d'acide tartrique, quelquefois un peu de tannin.

„ Les Mésembrianthémées contiennent de l'acide oxalique et des traces d'acides minéraux parfois.

„ Les Cactées possèdent de l'acide malique et surtout des gommes en fortes proportions. „

Or la localisation et la proportion de ces acides, au moins en ce qui concerne l'acide malique des Crassulacées, objet spécial des recherches de l'auteur, paraissent en relation directe avec

la teneur en eau ou la carnosité des espèces, des organes ou des parties d'organes comparés.

Ainsi : " la richesse en acide malique des feuilles croît depuis le bourgeon terminal jusqu'en un point de la tige dont les feuilles ont à peu près atteint leur développement maximum ; puis elle décroît chez les feuilles adultes qui commencent à subir une altération, sans que jamais la proportion de l'acide organique y devienne négligeable „ ; et dans les feuilles, " la partie la plus voisine de l'extrémité est toujours plus riche en acide que la portion voisine du pétiole „ ; ce qui cadre assez bien tant avec la distribution de la richesse en eau qu'avec l'atténuation inverse du phénomène de la transpiration. Car, comme le démontre l'auteur, " la courbe de l'eau transpirée par les diverses régions d'une plante grasse présente un minimum correspondant au maximum de l'acide malique contenu dans les mêmes régions „.

On sait du reste que les acides organiques et leurs sels alcalins aussi bien que les gommes, les sucres et les albuminoïdes sont des agents énergiques de plasmolyse et de turgescence, et l'auteur s'est de plus assuré par voie expérimentale que ces substances dans leurs solutions retardent l'évaporation purement physique de celles-ci.

Quant à la production des acides organiques, qui semblent jouer un rôle si marqué dans les plantes grasses, l'auteur estime d'après ses expériences qu'ils se forment normalement la nuit à la suite de l'assimilation du carbone effectuée pendant le jour, pour se décomposer progressivement ensuite tout aussi bien, quoique plus lentement, dans l'obscurité continuée que sous l'influence des radiations calorifiques et lumineuses, en donnant du glucose parmi leurs produits de décomposition.

Les considérations qui précèdent autorisent quelques déductions logiques.

Les plantes grasses transpirent peu ; l'appel de sève par les vaisseaux, réglé par la transpiration, est également restreint : ce qui explique le peu de développement du tissu conducteur chez les végétaux charnus.

De même, tout organe prenant un développement proportionnel à son activité fonctionnelle, et le développement de l'appareil radiculaire d'une plante étant fonction de la surface que la plante offre à la transpiration et de l'énergie de celle-ci, on conçoit que les plantes grasses en général et les Cactées en particulier n'aient qu'un système radiculaire restreint.

II. *Respiration* (1). La respiration végétale comme la respiration de tout organisme vivant consiste, on le sait, dans une absorption d'oxygène corrélative d'une émission d'acide carbonique : phénomène double, qui, dans les conditions ordinaires de végétation, se produit d'une manière continue, aussi bien la nuit que le jour.

A ce sujet, des expériences antérieures nous ont appris :

1° Que les échanges gazeux dûs à la respiration des plantes sont d'autant plus intenses que la température est plus élevée;

2° Que l'intensité respiratoire d'une plante ou d'un organe diminue avec l'âge de cette plante ou de cet organe.

3° Que l'activité respiratoire des plantes appartenant à diverses espèces végétales est d'autant plus grande qu'elles ont une moindre carnosité; ce qu'Aubert explique non seulement par l'inégale étendue de la surface à volume égal, mais aussi par l'inégale proportion d'eau présentée par les plantes.

" La turgescence des plantes grasses serait en effet, dit-il, un obstacle à leurs échanges gazeux avec l'air extérieur. „

Toutes ces notions, l'auteur les confirme, sans en infirmer d'autres également acquises qu'il est inutile de rappeler ici et qui n'ont point fixé son attention.

Les résultats particuliers aux plantes grasses obtenus par l'auteur sont résumés par lui-même comme suit :

1° Le rapport $CO_2 : O$ des gaz échangés par la respiration, constant avec la température chez les plantes ordinaires, est variable avec la température chez les plantes grasses.

Très voisin de l'unité ou égal à l'unité chez les végétaux ordinaires, ce rapport en est plus ou moins éloigné chez les plantes grasses; mais il s'en rapproche à mesure que la température s'élève.

2° Le rapport $CO_2 : O$, indépendant de l'heure à laquelle on étudie la respiration pour les plantes ordinaires, varie chez les plantes grasses suivant que le végétal respire à l'obscurité, pendant le jour ou pendant la nuit. La valeur nocturne de ce rapport est plus petite que sa valeur diurne.

Quand une plante grasse est soumise à un séjour prolongé dans l'obscurité, le rapport $CO_2 : O < 1$ se rapproche peu à peu de l'unité sans la dépasser, tant que la respiration est normale.

(1) Éphrem Aubert : *Recherches sur la respiration et l'assimilation des plantes grasses.* Rev. gén. de Bot., t. IV, 1892.

3° Le rapport CO_2 : O, constant et voisin de l'unité pour chaque espèce végétale non charnue, est variable pour une même plante grasse avec sa carnosité; ce rapport est d'autant plus éloigné de l'unité, soit pour une même espèce, soit pour des espèces diverses, que la plante considérée est plus charnue.

Si l'on se rappelle la présence, la distribution, le rôle et le jeu alternatif de formation et de décomposition des acides organiques dans les plantes, on s'expliquera aisément que le rapport CO_2 : O, si variable qu'il soit d'ailleurs, tend toujours vers l'unité :

a. Quand la température s'élève ; car l'élévation de température accélère la décomposition de l'acide malique avec émission corrélative d'acide carbonique.

b. Quand l'obscurité se prolonge; car c'est pendant les premières heures de l'obscurité que les plantes grasses fabriquent le plus d'acides organiques et atteignent une teneur maxima en ces acides d'autant plus vite que leur carnosité est plus faible.

c. Quand la plante a une carnosité plus faible, car alors le rôle des acides organiques dans la réduction du rapport CO_2 : O est moins accusé. Ce rôle est au contraire très accusé dans les plantes très charnues, qui, pouvant renfermer beaucoup d'acide organique, absorbent beaucoup d'oxygène et émettent peu ou pas d'acide carbonique à l'obscurité, si bien que le rapport CO_2 : O de la respiration est très éloigné de l'unité et peut se réduire parfois à zéro.

En résumé : la loi de constance du rapport CO_2 : O, généralement applicable aux plantes ordinaires pauvres en acides organiques, est d'autant moins applicable aux diverses espèces de plantes grasses, eu égard à leur forte teneur en acides, que ces espèces occupent dans l'échelle de carnosité un rang plus éloigné des plantes ordinaires.

III. *Assimilation.* On sait que l'assimilation chez les végétaux verts consiste en une absorption, sous l'influence des radiations lumineuses, de l'acide carbonique de l'air que ces plantes décomposent en dégageant de l'oxygène pour fixer le carbone dans leurs tissus.

L'intensité de ce phénomène est subordonnée, comme on sait aussi, à une foule de conditions qu'il est inutile de rappeler, aussi bien chez les plantes grasses que chez les plantes ordinaires, où cette intensité est du reste toujours plus considérable.

Quant au rapport O : CO_2 de l'oxygène dégagé à l'acide carbonique absorbé par l'action chlorophyllienne, il est supérieur à l'unité pour tous les végétaux; mais, tandis que ce rapport est

très voisin de l'unité pour les plantes ordinaires, l'auteur démontre, par ses expériences sur les plantes grasses, qu'il s'en éloigne d'autant plus pour celles-ci qu'elles sont plus charnues, soit qu'il s'agisse de diverses espèces, soit qu'il s'agisse d'une même espèce aux différentes phases de son développement. Cette circonstance s'expliquerait encore, à son avis, par la décomposition à la lumière des acides organiques accumulés dans les plantes pendant la nuit, décomposition qui deviendrait une source particulière d'oxygène à émettre dans ces conditions.

Relativement aux échanges gazeux combinés tant de la respiration que de l'assimilation chez les plantes grasses, l'auteur a de plus mis en relief les particularités suivantes :

Les plantes grasses dégagent de l'oxygène à la lumière, en l'absence d'acide carbonique dans l'air extérieur ;

A basse température par une lumière diffuse faible;

A température moyenne par une lumière diffuse vive ;

A température élevée par un soleil très vif.

Le dégagement simultané d'oxygène et d'acide carbonique,qui s'observe parfois transitoirement dans des conditions spéciales chez les plantes ordinaires, est un phénomène très fréquent chez les plantes grasses :

Quand la température est voisine de celle des régions équatoriales et les plantes exposées à une lumière de moyenne intensité ;

Quand la température est peu élevée, mais la lumière très faible.

Ajoutons enfin que l'auteur, partant de toutes les observations, tant physiologiques qu'anatomiques et morphologiques, faites sur les plantes grasses, se livre, à la fin de son travail, à des considérations qui seront lues avec le plus vif intérêt, sur la distribution géographique de ces plantes. Leur répartition dans les régions présentant des conditions climatériques excessivement variées est le résultat. montre-t-il. d'une véritable sélection déterminée par leur forme générale, leurs structures anatomiques et leurs propriétés physiologiques.

Influence de la pression des gaz sur les végétaux. — Les recherches expérimentales de Paul Jaccard (1) sur l'influence de la pression des gaz sur les végétaux lui permettent, tout en

(1) Paul Jaccard : *Influence de la pression des gaz sur le développement des végétaux.* Rev. gén. de Bot., t. V, 1893.

fournissant des renseignements nouveaux sur ce sujet peu étudié de confirmer en les généralisant les données fournies par Wieler et par Jentys sur l'allongement des végétaux sous l'influence des tensions d'oxygène inférieures et supérieures à la tension normale, et de détruire l'assertion de Paul Bert, qui concluait de ses recherches que la pression de l'air agit sur les végétaux comme sur les animaux et n'a d'autre action que celle de la tension d'oxygène du mélange gazeux.

Nous ne pouvons mieux faire que de rappeler les principales conclusions de l'auteur.

Air ordinaire raréfié. D'une manière générale, l'air raréfié (pression variant entre 5 et 40 cm. de mercure) détermine chez les végétaux une accélération de croissance (9 à 10 fois plus considérable dans certains cas), accompagnée de modifications dans le port et l'aspect général de la plante (tendance à la ramification, multiplication des pousses sur les tubercules, agrandissement des feuilles, allongement du pétiole, développement des racines, formation de racines aériennes, etc.).

Cette action est essentiellement variable en intensité suivant les espèces (pouvant devenir nulle ou négative pour certaines).

L'accélération de croissance devient relativement de plus en plus grande à mesure que la plante se développe et que l'assimilation chlorophyllienne y prend une importance plus considérable.

Air ordinaire comprimé. L'air ordinaire comprimé entre 3 et 6 atmosphères produit fréquemment une accélération de croissance, mais plus faible et moins générale que l'air raréfié, et rarement accompagnée de variations morphologiques sensibles.

L'action nuisible de l'air comprimé sur la végétation se manifeste d'une manière générale à partir de 8 atmosphères ; cependant on peut obtenir encore le lent développement de certaines plantes pendant plusieurs jours, même à 10 et à 12 atmosphères de pression.

Air à pression normale, mais suroxygéné. L'air suroxygéné jusqu'à 90 p. c. n'a pas en général d'influence fâcheuse sur la végétation ; il détermine même une accélération de croissance chez certaines plantes.

Air suroxygéné raréfié. Les plantes croissant dans l'air suroxygéné (40 ou 60 p. c.), mais raréfié de manière à ce que la tension de l'oxygène y soit la même que dans l'air habituel, au lieu de présenter leur aspect normal, se comportent absolument comme dans l'air raréfié, quant à la vitesse d'accroissement et à la morphologie externe.

Air suroxygéné et comprimé. L'air suroxygéné contenant 70 p. c. d'oxygène, comprimé jusqu'à ce que sa tension d'oxygène soit égale à celle de 10 atmosphères d'air, entrave fortement la croissance; néanmoins les plantes soumises à son action, même pendant plusieurs jours, semblent n'en pas souffrir. Replacées dans les conditions normales, elles reprennent leur croissance.

Ces dernières conclusions, si elles se confirmaient, trancheraient, au moins pour les végétaux verts, la question controversée de l'influence pernicieuse ou non de l'oxygène en excès ou en tension sur les organismes.

Cette nocivité, sans être nulle pour les plantes vertes, serait cependant faible et moindre que ne l'ont soutenu certains auteurs.

Mélange d'hydrogène, d'azote et d'oxygène à 7 et 4 p. c.; pression normale. Les plantes cultivées dans ces mélanges gazeux, dont la tension d'oxygène correspond à celle de l'air à 1/3 et à 1/5 d'atmosphère, ne se comportent pas du tout comme dans l'air ordinaire raréfié à 1/3 ou 1/5 d'atmosphère. Cependant elles présentent certains caractères intermédiaires entre les cultures de l'air raréfié et celles de l'air à la pression normale.

Par là s'établit que l'air agit non seulement par la tension de l'oxygène qu'il renferme, mais aussi par sa pression totale, comme le prouvent encore d'autres expériences instituées avec un mélange gazeux comprimé à 2 1/2 atmosphères d'hydrogène, d'azote et d'oxygène à 4 p. c., donnant à celui-ci une tension d'oxygène de l'air à 1/2 atmosphère de pression.

Quant à la structure anatomique des plantes, elle ne reçoit généralement aucune modification sensible, ayant une valeur physiologique, des pressions gazeuses qui s'exercent sur elles, même entre des limites assez étendues, de $0^{m}.10$ à $7^{m}.60$.

Transmission de la pression à travers les plantes. — On sait que la pression à l'intérieur d'une plante varie d'un point à un autre et est généralement différente de la pression atmosphérique. Les circonstances qui la modifient sont nombreuses et produisent parfois des écarts de dépression qui peuvent atteindre 4/5 d'atmosphère, ou des excès de pression supérieurs à 1/2 atmosphère. On s'en assure au moyen de manomètres fixés depuis longtemps par leur extrémité recourbée dans les tissus profonds des plantes en observation et parfaitement soudés à celles-ci par la cicatrisation de la plaie qui a servi à les mettre en place.

C'est avec des plantes ainsi armées depuis longtemps de manomètres à marche régulière que Gaston Bonnier (1) a institué ses recherches dont les résultats constituent des données positives précieuses sur la lenteur des transmissions de pression dans les tissus végétaux.

L'auteur a suivi plusieurs méthodes : augmenter ou diminuer la pression autour de toute la plante ; faire varier la pression en un point donné ; sectionner la plante sous l'eau ou dans l'air ; diminuer la pression sur la section d'une plante ou d'un organe qui vient d'être coupé.

Il résulte de multiples expériences que :

1° La pression se transmet très rapidement à travers les tissus conducteurs d'une tige ligneuse qui vient d'être sectionnée, mais est loin d'atteindre immédiatement la valeur absolue de pression à transmettre.

La vitesse de transmission devient très grande à mesure que la distance diminue entre un point donné et la section.

2° La pression ne se transmet pas immédiatement dans la longueur de la tige d'une plante herbacée vivante qne l'on vient de couper, et la vitesse de transmission est beaucoup plus faible que pour les plantes ligneuses. Pendant un temps assez long, l'augmentation de dépression transmise paraît sensiblement proportionnelle au temps.

3° La pression ne se transmet qu'avec une extrême lenteur à travers les tissus profonds des plantes grasses.

4° En automne (car la circonstance de la saison peut influer sur le phénomène), lorsqu'on coupe brusquement vers sa base la tige d'un arbre, on observe dans les tissus profonds une variation immédiate de pression; cette variation se produit aussi lorsqu'on coupe une tige herbacée, mais n'a pas lieu immédiatement en général. On ne constate pas de changement brusque de pression, dans les mêmes conditions, chez une plante grasse.

5° Le changement de pression autour de la plante intacte ne se fait sentir qu'au bout d'un temps très long dans les tissus profonds de la tige, que la plante soit ligneuse, grasse ou herbacée.

L'existence dans les tiges et les racines de tissus non méatiques comme l'endoderme explique suffisamment la différence de ces résultats avec ceux qu'a signalés Devaux (2) après avoir

(1) Gaston Bonnier : *Recherches sur la transmission de la pression à travers les plantes vivantes.* Rev. gén. de Bot., t. V, 1893.

(2) Henri Devaux : *Porosité du fruit des Cucurbitacées.* Rev. gén. de Bot., t. III, 1891.

expérimenté sur les fruits des Cucurbitacées. La facilité de transmission des pressions au travers de la partie charnue parfois très épaisse de ces fruits est évidemment fonction de la porosité de ces productions végétales, en l'absence de tissus non méatiques. Cette porosité explique en même temps que l'atmosphère interne de ces fruits présente une composition très voisine de l'air libre.

ALPH. MEUNIER.

TABLE DES MATIÈRES

DU

CINQUIÈME VOLUME (DEUXIÈME SÉRIE)

TOME XXXV DE LA COLLECTION.

LIVRAISON DE JANVIER 1894.

LES GRANDS PROGRÈS DE LA CHIRURGIE CONTEMPORAINE, par **M. le Dr Debaisieux** 4 (5)

L'INLANDSIS DU GROENLAND, FORME ET DIMENSIONS, par **M. J. de la Vallée Poussin**. 27

LE COURANT ÉLECTRIQUE, par le **R. P. J. Thirion, S. J.** . 41

LES ENGRAIS CHIMIQUES, par **M. H. Primbault**. 108

LA QUESTION MONÉTAIRE ENVISAGÉE DU POINT DE VUE THÉORIQUE, par **M. Éd. Van der Smissen**. 127

ARAIGNÉES ET LEUR VENIN, par le **R. P. Paul Camboué, S. J.** 210

BIBLIOGRAPHIE. — I. Traité de Géologie, par A. de Lapparent, IIIe édition, 2e partie, fascicules III, IV et V. **M. C. de la Vallée Poussin** 237

II. Du Paludisme, par le Dr Laveran. **M. le Dr Mœller.** 246

III. Épilepsie, par le Dr Ch. Féré. **M. le Dr Mœller** . . 250

IV. Maladies des pays chauds, IIe partie : Maladies de l'appareil digestif, des lymphes et de la peau, par H. de Brun. **M. le Dr Mœller.** 254

V. Les Dates préhistoriques, par le **Mis de Nadaillac. J. G.** 260

VI. Études de géologie biblique. Le Déluge devant la critique historique, par Raymond de Girard. Ire partie, L'École historique. **J. G.** 262

VII. Les Voyages en Asie au XIVe siècle du Bienheureux Frère Odoric de Pordenone, publiés avec une introduction et des notes, par Henri Cordier. **J. G.** . . 266

VIII. L'École pratique de physique. Problèmes et calculs pratiques d'électricité, par M. Aimé Witz. **F. L.** . . 268

IX. Los Grandes problemas de la Química contemporánea y de la Filosófia natural, por el Dr D. Eugenio Piñerua y Alvarez. **H. D. G.** 270

X. La Géométrographie, ou l'art des constructions géométriques, par M. Ém. Lemoine. **M. M. d'Ocagne.** 271

XI. Annuaire du Bureau des longitudes pour l'an 1894. **Jean d'Estienne** 274

REVUE DES RECUEILS PÉRIODIQUES.

SCIENCES INDUSTRIELLES, par **M. J.-B. André.** 283

ETHNOGRAPHIE, par **J. G.** 290

PHYSIOLOGIE ET ZOOLOGIE, par le **R. P. G. Hahn, S. J.** . 302

SCIENCES SOCIALES, par **M. A. Joly** 321

CHIMIE, par le **R. P. H. De Greeff, S. J.** 330

GÉOGRAPHIE, par **M. F. Van Ortroy.** 337

VARIÉTÉS. — Notes sur Madagascar, par le **R. P. Paul Camboué. S. J.** 342

NOTES. — Comptes rendus de l'Académie des sciences. **P. M.** . 348

LIVRAISON D'AVRIL 1894.

Les Explications physiques de la mémoire, par **M. le Dr Surbled** 353

Davos, etude climatologique et thérapeutique, par **M. le Dr Mœller** 369

La Lèpre, par **M. Maurice Lefebvre**. 437

John Tyndall, par le **R. P. J. Thirion, S. J.** 480

L'Homme-singe et les précurseurs d'Adam en face de la science, par le **R. P. Fr. Dierckx, S. J.** 518

Aperçu général de la physiologie du corps thyroïde, par **M. le Dr P. Masoin**. 590

Bibliographie. — I. Armand de Quatrefages de Bréau, liste chronologique de ses travaux, par G. Malloizel ; — Les Émules de Darwin, par A. de Quatrefages. **M. l'abbé D. Le Hir** 602

II. Précis élémentaire de dermatologie, par L. Brocq et L. Jacquet. 1° Pathologie générale cutanée ; 2° Maladies en particulier. **M. le Dr Mœller**. 609

III. La Tuberculose chirurgicale, par O. Lannelongue. **M. le Dr Mœller** 616

IV. 1822-1892. Jubilé de M. Pasteur. **M. C. de Kirwan.** 619

V. Traité de mécanique rationnelle, par P. Appell. **M. M. d'Ocagne** 621

VI. Statistique de la production des gites métallifères, par L. de Launay. **F. D.** 628

VII. Memórias de la Comisión del Mapa geológico de España. Descripción fisica y geológica de la provincia de Vizcaya, por D. Ramon Adan de Yarza. **R. P. J. Muthuon, S. J.** 629

VIII. La Chaleur, par Pierre De Heen. **J. T.** 632

IX. Annuaire de l'observatoire royal de Belgique, par F. Folie, 1894, 61e année ; — Le climat de la Belgique en 1893, par A. Lancaster. **J. T.** 635

X. Moses and Modern Science, by the Rev. J. A. Zahm, C. S. C. **R. P. Fr. Dierckx, S. J.** 636

XI. Catholic Science and Catholic Scientists, by the Rev. J. A. Zahm, C. S. C. **M. M.** 638

XII. Note sur la découverte de l'Homme quaternaire de la grotte d'Antélias, par G. Zumoffen, S. J. **M. A. Arcelin** 641

XIII. Le Creación, la Redención y la Iglésia ante la Ciencia, la Critica y el Racionalismo, por el Padre R. Martinez Vigil, O. P., Obispo de Oviedo. **M.** 642

REVUE DES RECUEILS PÉRIODIQUES.

ANTHROPOLOGIE, par **M. Adrien Arcelin.** 646

PHYSIQUE, par le **R. P. J. Thirion, S. J.** 652

HYGIÈNE, par **M. le Dr Ach. Dumont.** 663

ASTRONOMIE, par le **R. P. J.-D. Lucas, S. J.** 668

BOTANIQUE, par **M. Alphonse Meunier** 678

Carte de l'article sur **LA LÈPRE** : **Les régions lépreuses du globe,** d'après la carte du Dr LELOIR.

Bruxelles. — Imp. Polleunis et Ceuterick, rue des Ursulines, 37.

LES RÉGIONS LÉPREUSES DU GLOBE

(d'après la carte du Dr Leloir, *Traité de la Lèpre*, 1880, Pl. XXII).

T.P.I.C.

REVUE

DES

QUESTIONS SCIENTIFIQUES

PUBLIÉE

PAR LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES

Nulla unquam inter fidem et rationem
vera dissensio esse potest.
Const. de Fid. cath., c. IV.

Tome V

DEUXIÈME SÉRIE

TOME V. — JANVIER 1894

(DIX-HUITIÈME ANNÉE; TOME XXXV DE LA COLLECTION

BRUXELLES
SOCIÉTÉ BELGE DE LIBRAIRIE
(Société anonyme)
Oscar SCHEPENS, Directeur
16, RUE TREURENBERG, 16

Prière d'adresser tout ce qui concerne la rédaction, ainsi que les ouvrages envoyés pour comptes rendus (deux exemplaires) ou offerts à la Société scientifique de Bruxelles, à M. Ch. GEORGE, 11, rue des Récollets, Louvain.

LIVRAISON DE JANVIER 1894.

I. — LES GRANDS PROGRÈS DE LA CHIRURGIE CONTEMPORAINE, par **M. le Dr Debaisieux**, p. 4.

II. — L'INLANDSIS DU GROENLAND, FORME ET DIMENSIONS, par **M. J. de la Vallée Poussin**, p. 27.

III. — LE COURANT ÉLECTRIQUE, par le **R. P. J. Thirion, S. J.**, p. 41.

IV. — LES ENGRAIS CHIMIQUES, par **M. H. Primbault**. p. 108.

V. — LA QUESTION MONÉTAIRE ENVISAGÉE DU POINT DE VUE THÉORIQUE, par **M. Éd. Van der Smissen**, p. 127.

VI. — ARAIGNÉES ET LEUR VENIN, par le **R. P. Paul Camboué, S. J.**, p. 210.

VII. — BIBLIOGRAPHIE. — I. Traité de Géologie, par A. de Lapparent, IIIe édition, 2e partie, fascicules III, IV et V. **M. C. de la Vallée Poussin**, p. 237. — II. Du Paludisme, par le Dr Laveran. **M. le Dr Moeller**, p. 246. — III. Épilepsie, par le Dr Ch. Féré. **M. le Dr Moeller**, p. 250. — IV. Maladies des pays chauds, IIe partie : Maladies de l'appareil digestif, des lymphes et de la peau, par H. de Brun. **M. le Dr Moeller**, p. 254. — V. Les Dates préhistoriques, par le Mis de Nadaillac. **J. G.**, p. 260. — VI. Études de géologie biblique. Le Déluge devant la critique historique, par Raymond de Girard. Ire partie, L'École historique. **J. G.**, p. 262. — VII. Les Voyages en Asie au XIVe siècle du Bienheureux Frère Odoric de Pordenone, publiés avec une introduction et des notes, par Henri Cordier. **J. G.**, p. 266. — VIII. L'École pratique de physique. Problèmes et calculs pratiques d'électricité, par M. Aimé Witz. **F. L.**, p. 268. — IX. Los grandes problemas de la Quimica contemporanea y de la Filosofia natural, por el Dr D. Eugenio Piñerua y Alvarez. **H. D. G.**, p. 270. — X. La Géométrographie, ou l'art des constructions géométriques, par M. Ém. Lemoine. **M. M. d'Ocagne**, p. 271. — XI. Annuaire du Bureau des longitudes pour l'an 1894. **Jean d'Estienne**, p. 274.

VIII. — REVUE DES RECUEILS PÉRIODIQUES. — Sciences industrielles, par **M. J.-B. André**, p. 283. — Ethnographie, par **J. G.**, p. 290. — Physiologie et zoologie, par le **R. P. G. Hahn, S. J.**, p. 302. — Sciences sociales, par **M. A. Joly**, p. 321. — Chimie, par le **R. P. H. De Greeff, S. J.**, p. 330. — Géographie, par **M. F. Van Ortroy**, p. 337.

IX. — VARIÉTÉS. — Notes sur Madagascar, par le **R. P. Paul Camboué, S. J.**, p. 342.

X. — NOTES. — Comptes rendus de l'Académie des sciences. **P. M.**, p. 348.

BRUXELLES

IMPRIMERIE POLLEUNIS & CEUTERICK

37, RUE DES URSULINES, 37

MÊME MAISON

A LOUVAIN, 30, RUE DES ORPHELINS, 30

Ancienne Maison LEFEVER, Frères & Sœur

GAUTHIER-VILLARS & Fils
IMPRIMEURS-ÉDITEURS
Quai des Grands-Augustins, 55

G. MASSON, Éditeur
LIBRAIRE DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
Boulevard Saint-Germain, 120

PARIS

ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE DES AIDE-MÉMOIRE

publiée sous la direction de **M. H. LÉAUTÉ**, Membre de l'Institut.

300 VOLUMES ENVIRON, PETIT IN-8°, PARAISSANT DE MOIS EN MOIS

Il sera publié 30 à 40 volumes par an

Chaque volume est vendu séparément : Broché, **2 fr. 50.** — Cartonné, toile anglaise, **3 fr.**

Le prospectus général de l'Encyclopédie est envoyé franco sur demande.

Cette publication, qui se distingue par son caractère pratique, reste cependant une œuvre hautement scientifique.

Embrassant le domaine entier des Sciences appliquées, depuis la Mécanique, l'Électricité, l'Art de l'Ingénieur, la Physique et la Chimie industrielles. etc., jusqu'à l'Agronomie, la Biologie, la Médecine, la Chirurgie et l'Hygiène. elle se compose d'environ 300 volumes petit in-8°.

Chacun d'eux, signé d'un nom autorisé, donne, *sous une forme condensée*, l'état précis de la science sur la question traitée et toutes les indications pratiques qui s'y rapportent.

La publication est divisée en deux sections : **Section de l'Ingénieur, Section du Biologiste,** qui paraissent simultanément depuis février 1892 et se continuent avec rapidité et régularité de mois en mois.

Les ouvrages qui constitueront ces deux séries permettront à l'Ingénieur, au Constructeur, à l'Industriel, d'établir un projet sans reprendre la théorie; au Chimiste, au Médecin, à l'Hygiéniste, d'appliquer la technique d'une préparation, d'un mode d'examen ou d'un procédé sans avoir à lire tout ce qui a été écrit sur le sujet. Chaque volume se termine par une Bibliographie méthodique permettant au lecteur de pousser plus loin et d'aller aux sources.

Volumes parus d'avril à octobre 1893.

SECTION DE L'INGÉNIEUR.

Minel (P.), Ingénieur des constructions navales. — *Introduction à l'Électricité industrielle (Circuit magnétique. Induction. Machines).*

Gérard-Lavergne, Ingénieur civil. — *Les Turbines.*

Hébert (A.), Préparateur aux Travaux pratiques de chimie à l'École de médecine. — *Examen sommaire des boissons falsifiées.*

Naudin (Laurent), Chimiste à l'École de Physique et de Chimie industrielles. — *Fabrication des vernis.*

Laurent (H.), Examinateur d'admission à l'École Polytechnique. — *Théorie des jeux de hasard.*

Sinigaglia (Francesco), Ingénieur-Directeur de l'Association des propriétaires de chaudières à vapeur. — *Accidents de chaudières.*

Guenez, du Laboratoire des Douanes. — *Décoration céramique au feu de moufle.*

Vermand, Ingénieur des Constructions navales. — *Moteurs à gaz et à pétrole.*

Meyer (Ernest), Auditeur au Conseil d'État. — *L'utilité publique de la propriété privée.*

SECTION DU BIOLOGISTE.

Brun (de), Professeur de clinique interne à la Faculté de Beyrouth, médecin sanitaire de France en Orient, correspondant de l'Académie de médecine. — *Maladies des pays chauds. Maladies climatériques et infectieuses.*

Broca, Chirurgien des Hôpitaux. — *Traitement des tumeurs blanches (ostéo-arthrites tuberculeuses des membres) chez l'enfant.*

Du Cazal, Médecin principal de 1re classe, Professeur à l'École du Val-de-Grâce, et **Catrin**, Médecin-major de 1re classe, Professeur agrégé à l'École du Val-de-Grâce. — *Médecine légale militaire.*

Lapersonne (de), Professeur à la Faculté de Médecine de Lille. — *Maladies des paupières et des organes de l'œil.*

Kœhler, Professeur de Zoologie à la Faculté des Sciences de Lyon. — *Application de la Photographie aux Sciences naturelles.*

Beauregard (H.), Professeur agrégé à l'École supérieure de Pharmacie. — *Le Microscope.*

Brun (de), Professeur de clinique interne à la Faculté de Beyrouth. — *Maladies des pays chauds. Maladies de l'appareil digestif des lymphatiques et de la peau.*

*On peut également se procurer les volumes de l'***Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire** *à la Société Belge de Librairie, rue Treurenberg, 16, à Bruxelles, et dans les principales librairies de Belgique.*

Imp. Polleunis & Ceuterick, rue des Ursulines 37.

REVUE

DES

QUESTIONS SCIENTIFIQUES

PUBLIÉE

PAR LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES

Nulla unquam inter fidem et rationem
vera dissensio esse potest.
Const. de Fid. cath., c. IV.

DEUXIÈME SÉRIE

TOME V. — AVRIL 1894.

(DIX-HUITIÈME ANNÉE ; TOME XXXV DE LA COLLECTION)

BRUXELLES
SOCIÉTÉ BELGE DE LIBRAIRIE
(Société anonyme)
Oscar SCHEPENS, Directeur,
16, RUE TREURENBERG, 16

Prière d'adresser tout ce qui concerne la rédaction, ainsi que les ouvrages envoyés pour comptes rendus (deux exemplaires) ou offerts à la Société scientifique de Bruxelles, à M. CH. GEORGE, 11, rue des Récollets, Louvain.

LIVRAISON D'AVRIL 1894.

I. — LES EXPLICATIONS PHYSIQUES DE LA MÉMOIRE, par **M. le Dr Surbled**, p. 353.

II. — DAVOS, ÉTUDE CLIMATOLOGIQUE ET THÉRAPEUTIQUE, par **M. le Dr Moeller**, p. 369.

III. — LA LÈPRE, par **M. Maurice Lefebvre**, p. 437.

IV. — JOHN TYNDALL, par le **R. P. J. Thirion, S. J.**, p. 480.

V. — L'HOMME-SINGE ET LES PRÉCURSEURS D'ADAM EN FACE DE LA SCIENCE, par le **R. P. Fr. Dierckx, S. J.**, p. 518.

VI. — APERÇU GÉNÉRAL DE LA PHYSIOLOGIE DU CORPS THYROÏDE, par **M. le Dr Paul Masoin**, p. 590.

VII. — BIBLIOGRAPHIE. — I. Armand de Quatrefages de Bréau, liste chronologique de ses travaux, par G. Malloizel; — Les Émules de Darwin, par A. de Quatrefages. **M. l'abbé D. Le Hir**, p. 602. — II. Précis élémentaire de dermatologie, par L. Brocq et L. Jacquet. 1° Pathologie générale cutanée; 2° Maladies en particulier. **M. le Dr Moeller**, p. 609. — III. La Tuberculose chirurgicale, par O. Lannelongue. **M. le Dr Moeller**, p. 616. — IV. 1822-1892. Jubilé de M. Pasteur. **M. C. de Kirwan**, p. 619. — V. Traité de mécanique rationnelle, par P. Appell. **M. M. d'Ocagne**, p. 621. — VI. Statistique de la production des gîtes métallifères, par L. de Launay. **F. D.**, p. 628. — VII. Memórias de la Comisión del Mapa geológico de España. Descripción fisica y geológica de la provincia de Vizcaya, por D. Ramon Adan de Yarza. **R. P. J. Muthuon, S. J**, p. 629. — VIII. La Chaleur, par Pierre De Heen. **J. T.**, p. 632. — IX. Annuaire de l'observatoire royal de Belgique, par F. Folie, 1894, 61e année; — Le climat de la Belgique en 1893, par A. Lancaster. **J. T.**, p. 635. — X. Moses and Modern Science, by the Rev. J. A. Zahm, C. S. C. **R. P. Fr. Dierckx, S. J.**, p. 636. — XI. Catholic Science and Catholic Scientists, by the Rev. J. A. Zahm, C. S. C. **M. M.**, p. 638. — XII. Note sur la découverte de l'homme quaternaire de la grotte d'Antélias, par G. Zumoffen, S. J. **M. A. Arcelin**, p. 641. — XIII. La Creación, la Redención y la Iglésia ante la Ciencia, la Crítica y el Racionalismo, por el Padre R. Martinez Vigil, O. P., Obispo de Oviedo. **M.**, p. 642.

VIII. — REVUE DES RECUEILS PÉRIODIQUES. — Anthropologie, par **M. Adrien Arcelin**, p. 646. — Physique, par **J. T.**, p. 652. — Hygiène, par **M. le Dr Ach. Dumont**, p. 663. — Astronomie, par le **R. P. J.-D. Lucas, S. J.**, p. 668. — Botanique, par **M. Alph. Meunier**, p. 678.

Carte de l'article sur **LA LÈPRE : Les régions lépreuses du globe**, d'après la carte du Dr Leloir.

Société belge de Librairie, 16, rue Treurenberg, Bruxelles.

LA POPULATION

les causes de ses progrès et les obstacles qui en arrêtent l'essor

PAR

EDOUARD VAN DER SMISSEN

Chargé de cours à l'Université de Liége

Ouvrage couronné par l'Académie des sciences morales et politiques de Paris

1 beau vol. gr. in-8° de 564 pages. — Prix : 8 francs.

Parmi les treize mémoires présentés récemment à l'Académie des sciences morales et politiques de Paris, celui de M. Van der Smissen fut couronné *ex æquo* avec celui d'un de ses concurrents.

L'ouvrage est divisé en trois parties.

La première constitue un examen historique de la question de la population.

La deuxième est consacrée aux lois de Malthus. L'auteur, après avoir déterminé les conditions dans lesquelles Malthus écrivait son fameux *Essai sur le principe de population*, expose et commente le système Malthus, l'opposition des deux progressions, l'une géométrique — celle de la population, — l'autre arithmétique — celle des subsistances.

La troisième partie de l'ouvrage a pour objet l'étude des influences qui exercent sur la population leur action impulsive ou ralentissante au XIXe siècle. Elle amène l'auteur à parler successivement de l'émigration, de l'agriculture (modes et progrès de la culture, profits ruraux, forme de la propriété foncière), des progrès de l'industrie et enfin des salaires. Ce sont là des influences *économiques* qui agissent sur la population. En les étudiant, l'auteur a dû s'occuper de divers problèmes — des plus importants — de l'économie politique, ceux de l'échange, de la rente, de la propriété, des salaires. Il l'a fait avec beaucoup de compétence, de facilité et de lucidité. *(Revue bibliographique belge.)*

ANALECTA BOLLANDIANA

(Supplément des parties parues des Acta)

Les 10 premiers volumes, net 100 francs

pour les souscripteurs aux volumes suivants (XI et XII) ; ceux-ci coûtent 15 francs.

IL PARAIT UN TOME PAR AN

G. MASSON, Éditeur
LIBRAIRE DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
Boulevard Saint-Germain, 120

GAUTHIER-VILLARS & Fils
IMPRIMEURS-ÉDITEURS
Quai des Grands-Augustins, 55

PARIS

ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE DES AIDE-MÉMOIRE

publiée sous la direction de **M. H. LÉAUTÉ**, Membre de l'Institut.

300 VOLUMES ENVIRON, PETIT IN-8°, PARAISSANT DE MOIS EN MOIS

30 à 40 volumes seront publiés par an

Chaque volume est vendu séparément : Broché, **2** fr. **50**. — Cartonné, toile anglaise, **3** fr.

Le prospectus général de l'Encyclopédie est envoyé franco sur demande.

Cette publication, qui se distingue par son caractère pratique, reste cependant une œuvre hautement scientifique et embrassant le domaine entier des sciences appliquées.

Elle est divisée en deux sections : **Section de l'Ingénieur, Section du Biologiste**, qui paraissent simultanément depuis février 1892 et se continuent avec régularité de mois en mois.

Volumes parus d'avril 1893 à mars 1894.

SECTION DE L'INGÉNIEUR.

Laurent (H.), Examinateur d'admission à l'École Polytechnique. — *Théorie des jeux de hasard.*

Sinigaglia (Francesco), Ingénieur-Directeur de l'Association des propriétaires de chaudières à vapeur. — *Accidents de chaudières.*

Guenez, Chimiste en chef des Douanes à Lille. — *Décoration céramique au feu de moufle.*

Vermand, Ingénieur des Constructions navales. — *Les Moteurs à gaz et à pétrole.*

Meyer (Ernest), Auditeur au Conseil d'État. — *L'utilité publique de la propriété privée.*

Wallon (E.), Ancien élève de l'École Normale, Professeur au lycée Janson de Sailly. — *Choix et usage des objectifs photographiques.*

Bloch (F.), Ingénieur des Manufactures de l'État. — *Eau sous pression. Appareils producteurs d'eau sous pression.*

Croneau, Professeur à l'Ecole d'application du Génie maritime. — *Construction du navire.*

Launay (de), Ingénieur du Corps des Mines, Professeur à l'Ecole nationale des Mines. — *Statistique générale de la production des gîtes métallifères.*

Alheilig, Ingénieur de la Marine. — *Construction et résistance des machines à vapeur.*

Marchena (de), Ingénieur des Arts et Manufactures. — *Machines frigorifiques à air.* — *Machines frigorifiques à gaz liquéfiés.*

Prudhomme, Ancien Elève de l'Ecole Polytechnique. — *Teinture et impression.*

Sorel (Ernest), Ancien Ingénieur des Manufactures de l'État. — *La rectification de l'alcool.*

SECTION DU BIOLOGISTE.

Lapersonne (de), Professeur à la Faculté de Médecine de Lille. — *Maladies des paupières et des organes de l'œil.*

Kœhler, Professeur de Zoologie à la Faculté des Sciences de Lyon. — *Application de la Photographie aux Sciences naturelles.*

Beauregard (H.), Professeur agrégé à l'École supérieure de Pharmacie. — *Le Microscope.*

Brun (de), Professeur de clinique interne à la Faculté de Beyrouth. — *Maladies des pays chauds. Maladies de l'appareil digestif des lymphatiques et de la peau.*

Brocq, Médecin des Hôpitaux de Paris, et **Jacquet**, Ancien interne de Saint-Louis. — *Précis élémentaire de Dermatologie. Maladies en particulier.*

Lesage, Ancien interne des Hôpitaux, Chef de Laboratoire à la Faculté de Médecine. — *Le Choléra.*

Lannelongue, Membre de l'Académie de Médecine, Professeur à la Faculté de Médecine de Paris. — *La tuberculose chirurgicale.*

Cornevin, Professeur à l'Ecole vétérinaire de Lyon. — *Production du lait.*

Castex (Dr A.), Ancien Prosecteur et Chef de clinique à la Faculté de Médecine de Paris. — *Hygiène de la voix parlée et chantée.*

Chatin (J.), Professeur adjoint à la Faculté des Sciences. — *Organes de relation chez les Vertébrés.* — *Organes de nutrition et de reproduction chez les Vertébrés.*

Cuénot, Chargé de Cours à la Faculté des Sciences de Nancy. — *L'influence du milieu sur les animaux.*

Merklen, Médecin de l'Hôpital Saint-Antoine. *Examen et séméiotique du cœur.* — *Signes physiques.*

*On peut également se procurer les volumes de l'***Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire** *à la Société Belge de Librairie, rue Treurenberg, 16, à Bruxelles, et dans les principales librairies de Belgique.*

Bruxelles. — Imp. Polleunis & Ceuterick, rue des Ursulines, 37

ntifiques Bruxelles
5, 1894 21-85399

AMNH LIBRARY
100226235